



Das Weltall.

Beschreibung und Geschichte des Kosmos

im

Entwicklungskampfe der Natur.

In zwei Bänden.

Allen Freunden der Natur gewidmet

von

Dr. O. Ule.

Zweiten Bandes erste Abtheilung.



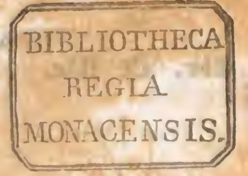
Halle,

Druck und Verlag von H. W. Schmidt.

1850.

Und umzuschaffen das Geschaffne,
Damit sich's nicht zum Starren waffne,
Wirkt ewiges, lebendiges Thun.
Und was nicht war, nun will es werden
Zu reinen Sonnen, farbigen Erden;
In keinem Falle darf es ruhn.

Göthe.



Inhalt des zweiten Bandes.

(Erste Abtheilung.)

Seite

Dritter Abschnitt. Geschichte der irdischen Natur oder die Erde als selbständiger Organismus. 1

A. Die Gestaltung der Erdoberfläche in der Gegenwart. 3

1) Die Wirkungen der vulkanischen Kräfte. . . 5

Die Erdbeben und ihre Wirkungen. Die Erschütterungen und Erschütterungskreise. Erdbebenzonen. Hebungen des Bodens und Erhebungskrater. 8

Die Vulkane und ihre Entstehung. Der Krater. Der Ausbruch. 53

Die vulkanischen Produkte. Die Flammen. Die Dämpfe und Gase, Mofeten, Gasvulkane, Salsen, Schlammvulkane. Asche, Sand und Lapilli. Die Lava, ihre Wirkungen und Bestandtheile. 61

Die erloschenen Vulkane und ihre Verbreitung. Erklärung der vulkanischen Erscheinungen. . 97

2) Die Wirkungen der neptunischen Kräfte. . . 106

Die Quellen und ihre Entstehung. Die artesischen Brunnen. Die Katabothra und Schlot-

Seite

ten. Die periodischen Quellen und Springquellen. Die Mineralquellen und Thermen. . 109
Wirkungen der Flüsse und Meere. Wasserfälle und Ueberschwemmungen. Die Deltas der Wildbäche und Ströme. Die Strandbildungen. Zerstörungen des Meeres an Küsten. Durchbrüche. 138
Wirkungen atmosphärischen Wassers. Die Erosion. Die Thalbildung. Erosionsthäler und Stromthäler. Bergstürze und Erdfälle. Die Kesselthäler und Querthäler. 177
Wirkungen des Eises. Die Schneelinie. Das Polareis. Firn und Gletscher. Bewegung der Gletscher. Moränen und Schuttwälle. Die erratischen Blöcke und ihre Erklärung. . . . 200
3) Die Wirkungen der organischen Kräfte. . . 240
Bildung der Dammerde und des Torfes. Unterseeische Wälder und Treibholz. 241
Die Korallenriffe und Madreporeninseln. Die Muschelbänke. Die Schöpfungen der mikroskopischen Lebenswelt. 248

Dritter Abschnitt.

Geschichte der irdischen Natur oder die Erde als selbstständiger Organismus.

Nicht bloß ein Atom im unendlichen Weltall, ein Glied in der Kette der Wesen, in der Familie unseres Sonnensystems ist der Erdball, den wir bewohnen; er hat sein eignes Leben und seine eigne Geschichte. Was aber seine eigne geschichtliche Entwicklung hat, ist ein Organismus, ein Individuum. Die Kräfte des Lebens sind kosmische, denn das Leben gehört dem Kosmos an; aber die Art ihrer Wirkung ist eine individuelle, eine tellurische.

Auch der Bau des menschlichen Organismus wird von kosmischen Kräften vollführt; aber die zerstörende Gluth des Feuers wird zur sanften Lebenswärme, der zuckende Blitzstrahl der Electricität zum zarten Nervenreiz. Das ist ja das Wunderbare in der Natur, daß sie durch die einfachsten Mittel die bunteste Fülle der Schöpfungen ins Leben zu rufen weiß.

Wir haben das Walten der kosmischen Kräfte im großen Ganzen der irdischen Natur kennen gelernt, wir haben ihren innigen Zusammenhang erkannt und die Großartigkeit der Erscheinungen bewundert, die sie in

vereinter Macht hervorzurufen vermochten. Mehr noch, als wir sahen, ahnten wir ihre furchtbare Gewalt, denn je tiefer wir in ihre Erscheinungen eindringen wollten, desto räthselhafter, desto geheimnißvoller verbarg sich uns ihr Walten. Wenn sie aber von Anbeginn thätig waren in unsrer irdischen Natur, welche gewaltigen Veränderungen müssen sie hervorgerufen, wie furchtbar zerstört und vernichtet haben? Dennoch haben sie das Leben auf unsrer Erde geschaffen, entwickelt, erhalten. Aber das ist eben die Weisheit der Natur und die Verblendung des Menschen, daß sie immer nur ein Ziel, ihre ewige Vollendung im Auge hat, alle Kräfte in Einheit zusammenfaßt, und sich selbst, der ewig jungen Lebenskraft, zu dienen zwingt, wo der Mensch nur Gräuel der Zerstörung und Auflösung zu sehen meint. Was jene Kräfte schufen, das ist die Erde jetzt; dieser Blüthenteppich, der sie schmückt, diese Lebensfülle, die sich im Wassertropfen, in den Rinden der Bäume und Felsen regt, ist ihr Werk. Freilich konnte das nicht ohne manche gewaltige Umwälzung, manche Verwüstung geschehen. Denn das ganze Leben ist ja nur eine Reihe von Vernichtungen, und wo Leben, wo Freiheit gedeihen sollen, da muß auch einmal der Tod sein Handwerk treiben. Wir wollen jetzt das schaffende Wirken dieser Kräfte näher ins Auge fassen, damit die Geschichte unsres Erdballs das lebendige Naturgemälde der Gegenwart vor uns aufrollt. Denn ohne die Vergangenheit können wir die Gegenwart nicht verstehen, wie ohne die Gegenwart nicht die Vergangenheit. Beide

müssen in einander greifen. Die Gegenwart mit ihren Veränderungen, ihren Bildungen, ihren Zerstörungen soll uns der Spiegel sein für die Bildungen und Revolutionen der Vorzeit; die Vergangenheit aber soll uns der Schlüssel sein, welcher die Geheimnisse der Gegenwart erschließt. —

A. Die Gestaltung der Erdoberfläche in der Gegenwart.

Nicht immer war die Oberfläche unsrer Erde so, wie sie sich uns jetzt zeigt. Sie hat in der Gestaltung ihrer festen und flüssigen Theile gar viele Veränderungen erlitten, die endlich beharrlichen Bestand gewonnen und in der Reihenfolge der Jahrtausende dem Wohnplatze des Menschengeschlechts seine jetzige Gestalt gegeben haben. Die einen haben die ganze Erde oder doch den größten Theil derselben betroffen, andre blieben auf kleinere oder größere Strecken beschränkt; die einen erfolgten sehr allmählig und in langen Zeiträumen, andere in kurzen, wechselnden Perioden. Noch sind wir Zeugen vieler dieser Veränderungen; aber unsre Beobachtungszeit ist kurz, und die Wirkungen dieser unaufhörlich thätigen Kräfte werden uns erst sichtbar, wenn sie eine Größe erreicht haben, die unseren groben Sinnen zugänglich ist. Mögen auch viele Erscheinungen nicht über die Zeitgrenze hinausgehen, wo unsre Kontinente ihre jetzige Bildung annahmen, und die gegenwärtige Ordnung der Dinge begann: immer gehören sie einem Zeitraume in der Geschichte der Erde an, in

welchen oft nicht einmal die dunklen Sagen uralter Völker hineinreichen. Sie sind das letzte Glied der langen Kette von Erscheinungen, über deren Anfang man früher keine Vermuthungen wagte, bis die Wissenschaft unsrer Tage das große Naturgedicht aus den Schriftzügen der Erdrinde verstehen lernte. Denn da, wo das Auge nicht sieht und die Urkunden nicht sprechen, da schlägt uns die Natur selbst im Schooße der Erde ihre Folianten auf, deren Schriftzüge wir freilich nicht mit leiblichem Auge, aber mit dem Auge des Geistes zu entziffern vermögen. Da werden wir von Kräften lesen, welche Berge versenkten und Thäler erhoben, Meere in Landfesten und Länder in Meere verwandelten, die Schöpfungen zerstörten und aus den zerstückten und zersetzten Ruinen immer neue Bildungen erschufen. Und wenn wir noch jetzt ähnlichen Wirkungen begegnen, so werden wir in ihnen nicht bloß das Abbild, sondern auch den Maaßstab für die Wirksamkeit aller Naturkräfte erkennen, welche in den früheren Bildungsperioden der Erde thätig waren. Denn das ist gewiß: die große Entwicklungsgeschichte der Erde in der Vorzeit ist mehr, als die stürmische Einleitung zur Geschichte des Menschen. Feuer und Wasser, Thier- und Pflanzenwelt, das sind die großen Triebkräfte aller Veränderungen, und die kräftigsten unter ihnen Wasser und Feuer, jenes der stetig und ununterbrochen, dieses der periodisch' wirkende Faktor; jenes die ausgleichende Macht, die unaufhörlich geschäftig ist, die Unebenheiten der äußern Erdrinde zu

verwischen, dieses, das Feuer und die Gewalten der Tiefe, gleich thätig, die Unebenheiten wieder herzustellen, indem sie neue Massen aus dem Innern der Erde emportreiben, oder Hebungen und Senkungen auf ihrer Oberfläche verursachen. Bald wirken beide auf ein Ziel hin, das keiner allein zu erreichen vermag, bald bekämpfen und schwächen sie einander. Allein immer besteht zwischen ihnen ein ewiges Wechselverhältniß.

Schwieriger wird es daher, die Thatsachen nach dem Einflusse an einander zu reihen, den die verschiedenen Kräfte auf sie ausgeübt haben. Um die Erscheinungen der Gegenwart zu begreifen, müssen bei ihrer Betrachtung alle Ursachen zugleich ins Auge gefaßt werden; aber die näheren können den entfernteren übergeordnet werden. Deshalb wollen wir nach einander diejenigen Wirkungen kennen lernen, welche die beiden am mächtigsten schaffenden und zerstörenden Kräfte, Feuer und Wasser, ausgeübt haben und noch ausüben.

1) Die Wirkungen der vulkanischen Kräfte.

Was das Meer von den Küsten spült oder von den Flüssen empfängt und mit den Leichen seiner Bewohner auf seinem Grunde ausbreitet, die Bauwerke der kleinen Thierwelt, der Infusorien, der Madreporen, die Zerstörungen und Schöpfungen der Gewässer des Landes, die Trümmer, die sich am Fuße der Gebirge anhäufen, die Torfbildung, Alles das verschwindet gegen die riesenhaften Umwälzungen und Schöpfungen

der vulkanischen Thätigkeit der Erde, gegen die Ausbrüche feuerspeiender Berge, gegen die Massen, welche bei Erdbeben in die zerrissenen Schichten von unten heraufgetrieben werden, gegen die vulkanischen Inseln, die plötzlich aus der Tiefe des Meeres emporsteigen, gegen die allmähligen Hebungen von Ländern und Küsten und verwandte Erscheinungen. Alle diese wunderbaren, gar oft dem Menschengeschlecht verderblichen Erscheinungen fassen wir zusammen unter dem Namen der vulkanischen. Sie sind die Wirkungen einer beständigen Reaction des Innern der Erde gegen ihre Rinde und Oberfläche, und die innere Wärme ist es, welche die Keime dieser Reaction erhält.

Im Innern der Erde ruht jene Macht, welche die Furchen ihrer Oberfläche zieht, welche sie wandelt und in steter Bewegung erhält. Dort ist der Sitz des Erdenlebens, dort ist die Seele, das Herz, welches von innrer Gluth erfüllt den ganzen Körper durchströmt und seine fesselnden Schranken zu durchbrechen trachtet. So ruht auch im Herzen des Menschen verborgne Gluth, auch dort schlummert ein vulkanischer Heerd, ein zerstörendes und ein erhaltendes Feuer. Kalt und gleichgültig erscheint der Mensch oft von außen, denn er hält gewaltsam die Schleusen seines Innern verschlossen; aber unter dieser ruhigen Hülle tobt die wilde Gluth um so gewaltiger und zerstörender. Dann erbebt der Körper von innerm Drange, die Muskeln zucken, fieberhaft schlagen die Pulse, und der Spiegel der Seele, das Gesicht, verräth die verheerenden Kämpfe

des Innern. Endlich bricht die kalte Rinde, die Schleusen öffnen sich, und furchtbar mächtig bricht die Flamme der Leidenschaften hervor. Verzehrend greift der Feuerstrom um sich, rings Zerstörung und Flammen verbreitend, bis sich der innere Drang besänftigt, und die mildernde Fluth der Thränen sich über die erstarrten Laven ergießt. Das ist das innere Leben des Menschen, das nicht verschlossen bleiben darf, sondern in Worten und Mienen offenbar werden muß. Wenigen gelingt es, diese Gluthen zu zügeln, mit der Eisrinde des Verstandes ihr Herz zu umgürten. Wir nennen sie große, bewunderungswürdige Charaktere, aber lieben können wir sie nicht; denn das Leben fehlt ihnen, und wie starre Masken, wie lebendige Leichen erfüllen sie uns mit Grauen. Wie aber im Menschenherzen, so schlummert auch im Herzen der Erde verborgene Gluth, die mit mächtigem Drange an die Pforten der Oberwelt klopft, und wenn sie sich nicht öffnen, gewaltig von innen heraus ihre Hülle erschüttert, Länder erbeben, ganze Gebirgsmassen und Kontinente sich heben läßt. Ein Glück ist es für den Wohnplatz des Menschengeschlechts, wenn sich jener Drang endlich Luft macht, wenn er die Decke krachend sprengt und aus seinen rauchenden Schlünden die Feuergluthen seiner Leidenschaften ausströmen läßt. Mögen auch jene Ausbrüche gar oft verderblich sein, mit geschmolzenen Laven Städte und Dörfer zerstören, mit ihrem Aschenregen blühende Landschaften, Gärten und Weinberge begraben: die Thräne des Himmels quillt bald her-

nieder und verwischt die Spuren der Verwüstung; neues Leben erwacht über den Trümmern, frisches Grün entsproßt den mit Asche gedüngten Fluren.

Wir wollen die Größe und Pracht aller dieser Erscheinungen der vulkanischen Thätigkeit der Erde kennen lernen und mit den großartigsten beginnen, welche am furchtbarsten die Allgewalt der im Verborgnen waltenden Naturkräfte offenbaren und den erschütterndsten Eindruck auf das menschliche Gemüth machen. Das sind die Erdbeben, jene von innen heraus wirkenden Erschütterungen des festen Erdbodens, wenn die innere Gluth gefesselt ist und vergebens einen Ausweg durch jene Poren der Erde, die Vulkane, sucht.

Die Bewegungen, welche der Erdboden durch Erdbeben erleidet, geben sich bald als senkrechte, aufstoßende, bald als horizontale oder wellenförmige, bald als wirbelnde Schwingungen zu erkennen. Aber diese drei verschiednen Bewegungen kommen selten einzeln für sich vor, und die beiden ersten, die aufstoßende und wellenförmige sind nach Humboldt's Erfahrung sehr oft gleichzeitig wahrgenommen worden. Am seltensten, aber auch gefahrbringendsten zeigt sich die wirbelnde Bewegung. Die furchtbaren Erdbeben von Jamaica am 7. Juni 1692, von Lissabon am 1. Novbr. 1755, von Calabrien vom 5. Febr. bis 28. März 1783, von Riobamba bei Quito am 9. Febr. 1797, von Caracas am 26. März 1812 bewiesen die zerstörende Wirkung dieser Bewegung. Mauern wurden umgewandt und einzelne Theile von Obelisken verdreht, ohne umzustürzen,

und in Chili 1822 3 Palmen wie Weidenruthen um einander geschlungen. In Calabrien wurde im Becken der Stadt Oppido, welche in einem natürlichen Amphitheater von Bergen auf angeschwemmtem Grunde liegt, der Boden so bewegt, wie wenn man ein weites Sandfaß drehend schüttelt und zugleich durch Stöße von unten her erschüttert. In Riobamba hatte sich das lockere Erdreich wie eine Flüssigkeit in Strömen bewegt, Aecker und Gärten waren verschoben, Baumpflanzungen gekrümmt worden, und der Gerichtshof hatte gar manche Streitigkeit über die Verwirrungen, die das Erdbeben im Eigenthumsrecht angerichtet hatte, zu entscheiden. Einer solchen Bewegung widersteht natürlich kein Gebäude, noch irgend etwas Bewegliches; Alles wird zusammengeschüttelt und nivellirt, und die Trümmer so umhergeschleudert, daß man den Plan der Städte nicht wieder erkennt. Die aufstoßende Bewegung ist oft nicht minder heftig, aber sie erfolgt doch meist in einzelnen kurzen Stößen, die freilich dann, wie die Explosion einer Mine, oft Löcher und trichterförmige Vertiefungen hinterlassen. Sie erzeugen die sonderbarsten Erscheinungen. So wird vom Erdbeben in Calabrien erzählt, daß ein Mann mit seiner Frau und einem Esel mit dem Boden, worauf sie gingen, aufgehoben und über einen Fluß geworfen wurden. Ein Andrer stand in der kleinen Stadt Seminara Citronen pflückend auf einem Baum und wurde mit diesem und der Erde, welche ihn nährte, aufgehoben und unverletzt fortgeschleudert. Gewöhnlich aber gehen diese Stöße in

leichtere Erzitterungen über, wie sie sich bei den häufigsten und ungefährlichsten Erdbeben zeigen. Aus den Spalten, welche sich oft in Folge der Zertrümmerung des Erdbodens bilden, kann man am leichtesten auf die Richtung der Erschütterungen schließen. Sind die entstandenen Spalten von gleicher Richtung und unter sich parallel, so weisen sie auf kleinere Erdbeben mit Wellenbewegung hin; gehen die Spalten strahlenförmig von einem Mittelpunkte aus, so wird man unwillkührlich an einen senkrechten Stoß erinnert, bilden sie endlich Ringe um einen Mittelpunkt, so muß man an eine wirbelnde Bewegung denken.

Wenn mehrere Erdstöße einander folgen, so gilt es für die Erklärung früherer Erdbildungsphänomene, in Erfahrung zu bringen, ob alle dieselbe Stelle treffen, ob sie einander in derselben Richtung folgen oder sich endlich über eine gewisse Fläche vertheilen. Bei dem großen Erdbeben von Calabrien gingen seine 3 Hauptstöße vom 5. Febr., 7. Febr. und 28. März von 3 in grader Linie 5—6 Meilen von einander entfernt liegenden Punkten aus. Die Bebungen schienen sich vom Aetna aus unter dem Meere fortzusetzen, eine auffallende Erscheinung, da der Boden aus Granit und Gneiß besteht, welche aber doch nichts weiter, als die große Tiefe der vulkanischen Heerde beweist. Die Erschütterungslinie folgte dem Hauptkamm der calabresischen Gebirgskette und hielt sich an ihrem westlichen Abhange gegen Sicilien hin. Darum wurden die westlichen Gegenden von Calabrien so grauenvoll verwüstet,

während die östlichen fast ganz verschont blieben. Am stärksten war die Erschütterung bei Oppido, von wo aus sie sich über eine Fläche von 80 □M. verbreitete, über 400 Städte und Dörfer von Grund aus zerstörte und den Boden durch zahllose Schlünde und Löcher zerriß. Die Ostseite wurde vielleicht dadurch geschützt, daß der starke Gebirgsstock den Erschütterungswellen nach dieser Seite hin einen Damm entgegensetzte und sie durch seine Festigkeit schwächte, oder wie Humboldt meint, dadurch, daß die Wände der Spalten, auf denen die Gebirgsketten erhoben seien, die Richtung der den Ketten parallelen Erschütterungswellen begünstigen. Es scheint daher, daß Gebirgszüge die Fortpflanzung eines Erdbebens eher in ihrer Längenrichtung, als senkrecht gegen dieselbe zulassen. Diese Annahme wird bestätigt durch die Erdbeben in den vulkanenreichen Cordilleras de los Andes, deren Kamm vom Cap Hoorn an ununterbrochen die Westküste Südamerikas begleitet, bis er sich bei los Pastos nördlich von Quito in 3 Arme theilt, deren östlichster unter dem Namen der Sierra de Pardaos und Sierra de Merida als Gebirge von Caracas die Küste erreicht, über Trinidad auf die kleinen Antillen übergeht und über Portorico neben Haiti, Jamaica und Cuba zur Halbinsel Yucatan zurückkehrt. Alle großen und furchtbaren Erdbeben, welche diesen Theil Amerikas so oft heimsuchen, folgen der Richtung dieses Gebirgszuges und entfernen sich wenig von ihm. Indessen werden doch bisweilen Bergketten von Erdbeben senkrecht durchschnitten. Dies ereignet sich häufig

in Mexico, wo die Stoßlinie nicht dem Hauptgebirgszuge, sondern der ihn quer durchsetzenden Vulkanenreihe von Westen nach Osten folgt, welche die Fortpflanzung der Erdbeben in dieser Richtung zu bedingen scheint. Auffallender ist es, wenn Erdbeben die Küstenkette von Caracas und die Cordilleren von Parime durchbrechen, oder wenn sich in Asien, wie am 22. Jan. 1832, die Erdstöße von Lahore und vom Fuß des Himalaya quer durch die Kette des Hindu-Khu selbst bis Bokhara fortpflanzten. Noch eine andre Erscheinung zeigt sich bisweilen, wenn die Erschütterungswelle längs einer Küste oder am Fuß einer Gebirgskette fortläuft. Man bemerkt dann eine Unterbrechung an gewissen Punkten, die Welle schreitet nur in der Tiefe fort, ohne sich an der Oberfläche fühlen zu lassen, und die Indianer nennen diese Punkte sehr bezeichnend Brücken.

In dem Erdstrich, wo der Stoß von gleichmäßig leitenden Schichten, wie von einem gemeinsamen Centrum aus fortgepflanzt wird, machen sich die Schwingungen um so weniger fühlbar, je weiter die einzelnen Punkte von dem eigentlichen Stoßpunkte entfernt sind. Den Bereich der Erschütterungen nennt man dann den Erschütterungskreis. Oft hat sich dieser ungemein groß gezeigt. So z. B. umfaßte der des Erdbebens, welches am 1. Nov. 1755 Lissabon zerstörte, einen Raum, der an Größe viermal die Oberfläche von Europa übertraf. Dieser ungeheure Raum erbebte gleichzeitig, die Erschütterungen wurden

in den Alpen, an den schwedischen Küsten, auf den antillischen Inseln, an den großen Seen von Canada, wie in Thüringen und in den kleinen Binnenwassern der baltischen Ebne empfunden. Hauptsächlich ist es die Struktur des Gesteines, welche Einfluß auf die Verbreitung der Erdbeben ausübt. Indessen ergeben die Erfahrungen darüber so widersprechende Thatsachen, daß es nicht möglich ist, Gesetze dafür aufzustellen. In den Cordilleren erschütterte das Erdbeben von 1812 die Gebirgsmassen stärker, als die Ebene; während in Messina dagegen die Erschütterungen in den auf Granitboden ruhenden Stadttheilen bei weitem unbedeutender waren, als in der auf angeschwemmtem Lande erbauten Reihe von Palästen am Hafen. Auf Jamaica empfand man die Bebungen am heftigsten auf Kalkboden, am schwächsten auf Sand- und Thonboden; in den Pyrenäen dagegen wurden Kalkfelsen verschont und Granite erschüttert. Die Erdbeben am Niederrhein vom 17. Dec. 1834 und 28. Juni 1845 beschränkten sich nicht bloß auf das eigentliche vulkanische Gebiet, sondern verbreiteten sich auch über das Thonschiefer- und Grauwackengebirge. Auch das Meer wird in die allgemeine Bewegung der erschütterten Erde mit hineingerissen, und in allen Küstengegenden geben die durch plötzliches Steigen der Gewässer verursachten Zerstörungen den direct vom Erdbeben hervorgebrachten wenig nach. Auf offner See werden die Erdstöße so bemerkt, als sei das Schiff auf einen Felsen aufgefahren; an der Küste er-

heben sich plötzlich eine oder mehrere ungeheure Wellen, durch welche die Schiffe von den Ankern losgerissen und oft weit von der Küste in das Land hineingeschleudert werden. Merkwürdige, noch nicht erklärte Erscheinungen bietet die Verbreitung der Erdbeben in die Tiefe dar, die man freilich nur da beobachten kann, wo sich Bergwerke befinden. Meistens empfindet man die Erdstöße ebenso gut in den Gruben, als an der Oberfläche, bisweilen aber ist es schon begegnet, daß Bergleute von Erdstößen erschreckt zu Tage fuhren, während man oben keine Erschütterung bemerkt hatte, oder umgekehrt unten nichts von den Stößen verspürte, welche die Oberfläche in Schrecken versetzt hatten. Während jener furchtbaren europäischen Katastrophe, die man das Erdbeben von Lissabon nennt, fühlten Bergleute in den verschiedensten Gebirgsgegenden Bewegungen der Gebirgsmassen und hörten einen Donner, der oben schwieg. Aber von den Stößen, welche Schweden im November 1823 erfuhr, vernahm man in den Tiefen der Gruben nichts während auf- und abwärts steigende Arbeiter ihre Stärke empfanden.

Gewiß drängt sich Jedem die Frage auf, ob diese verheerenden Erscheinungen wirklich so plötzlich, so unangemeldet den Menschen überraschen, ob die Natur durch nichts ihre Geschöpfe vor den furchtbaren Ausbrüchen ihres Zornes warnt. Der Volksglaube freilich, der überall das Walten eines allgütigen Wesens sehen will und es nicht zu begreifen vermag, wie der

Allerhalter so unvorbereitet, so schonungslos seine eigne Schöpfung wieder vernichten kann, dieser Volksglaube freilich meint solche sichre Vorboten in gewissen Witterungsverhältnissen zu finden, in Windstille, drückender Hitze, Nebeln, veränderter Luftelectricität. Dieser Glaube aber ist haltlos, gründet sich nur auf zufällig, aber nicht nothwendig mit Erschütterungen zusammenhängende Erscheinungen. Bei reinem, völlig dunstfreiem Himmel, bei frischem Ostwinde so gut wie bei Regen und Donnerwetter hat man Erdstöße gespürt. Freilich kennen wir den Zusammenhang zwischen Dem, was in den Luftregionen unsrer Atmosphäre und in dem Innern unsrer Erdrinde vorgeht, noch zu wenig, als daß wir jeden Zusammenhang wegläugnen sollten. Vielmehr spricht die Erfahrung zu klar für den Einfluß der Jahreszeiten, des Eintritts der Regenzeit nach langer Dürre unter den Tropen und des Wechsels der Moussons. Gewiß schlingt sich auch hier das einigende Band der Naturkräfte durch die Erscheinungen, und dieselbe Kraft, welche den Erdboden erschüttert, vermag wohl auch den Luftkreis anzuregen, die electrische Spannung zu erhöhen, die Neigung der Magnetnadel zu verändern, und im Luftdruck eine Störung zu bewirken, welche das Barometer plötzlich fallen läßt. Vermögen uns also auch diese Erscheinungen nicht als untrügliche Vorboten vor dem drohenden Sturme unter unsern Füßen zu warnen, so giebt es noch einen andern gewaltigern Begleiter der Erdbeben, der aber oft nur zu spät warnt, jenes un-

terirdische Getöse und dumpfe Gebrüll, das bald dem Rollen beladner Wagen auf Steinpflaster, oder entferntem Donner, bald dem Rauschen des Sturmwinds, bald dem Krachen der Geschütze gleicht, bald rasselnd und klirrend tönt, wie bewegte Ketten, bald hellklingend, als würden glasige Massen in unterirdischen Gewölben zerschlagen. Bald geht dies Getöse den Stößen vorher, bald begleitet es sie, bald fehlt es ganz, wie bei dem furchtbaren Erdbeben von Riobamba. Bisweilen folgt das Getöse erst nach den Stößen und scheint dann dadurch bedingt, daß in Folge der Erschütterungen im Innern der vulkanischen Kräfte sich Felsmassen loslösen und herabstürzen. Oft verbreitet sich der unterirdische Donner auf ungeheure Entfernungen. So wird der Donner des Tomboro auf der Sundainsel Sumbava 400 Seestunden weit auf Sumatra vernommen. Als der Vulkan von St. Vincent in den kleinen Antillen am 30. April 1812 einen mächtigen Lavastrom aus seinem Krater ergoß, wurde sein ungeheures donnerartiges Getöse 158 Meilen weit, über eine Fläche von 2300 Q. M. an den Ufern des Rio Apure und in Caracas vernommen. Aber nicht immer sind diese schreckenerregenden Donner mit den Erschütterungen, die sie mit banger Furcht voraussehen lassen, wirklich verbunden. Am auffallendsten ist jene unter dem Namen des Gebrülls und unterirdischen Donners von Guanaxuato, welches die Bewohner jener 6400 Fuß hoch gelegnen Bergstadt des mexikanischen Hochlandes Monate lang

ohne irgend eine Erschütterung mit Angst und Schrecken erfüllte. Um Mitternacht des 9. Jan. 1784 begann das Getöse, und ununterbrochen rollte der Donner wie in schweren Gewitterwolken unter den Füßen der Einwohner fort. Panischer Schrecken ergriff Alles, man floh aus der bedrohten Stadt. Nur die Obrigkeit wollte es besser wissen; sie verbot bei schweren Strafen jede Flucht, da sie in ihrer Weisheit schon erkennen werde, wenn wirkliche Gefahr vorhanden, jetzt seien nur Processionen nöthig. Doch alles Drohen half nicht. Hungersnoth entstand in der Stadt, weil die Zufuhr fehlte, und jetzt floh Alles und ließ die reichen Schätze an Silberbarren in die Hände von Räubern fallen, denen man sie später erst mit Waffengewalt wieder entreißen mußte. Allmählig verzog sich das Getöse wieder, die Lippen der Erde schlossen sich, und ihre drohende Stimme verhallte.

Wie aber jene innere Gewalt unaufhörlich gegen ihre Fesseln ringt, so giebt es auch wohl auf der ganzen Erde keinen Monat, vielleicht keinen Tag, an dem nicht irgendwo die Erdoberfläche erbebte. Mögen auch einzelne Stöße nur wenige Secunden dauern, und es zum Glück eine Seltenheit sein, wenn, wie beim Erdbeben von Neu-Granada 1827, 5 Minuten lang der Boden gleich einem wogenden Meere auf- und niederwallte, so giebt es doch bisweilen Gegenden, die Monate lang nicht zu völliger Ruhe gelangen. Fast stündlich hat man Monate hindurch am östlichen Abfall des Mont Cenis, in den Vereinigten Staaten

nördlich von Cincinnati, und bei Aleppo Erschütterungen gefühlt, und Calabrien kam während der 5 Jahre von 1783—88 nicht zur Ruhe, so daß allein im Jahre 1783 949 Stöße, darunter 500 von höchster Stärke, verspürt wurden. Beim großen Erdbeben in Peru zählte man in den ersten 24 Stunden 200 Erschütterungen und bei dem von Valencia 1828 mehr als 300, die einander mit Blitzesschnelle folgten. Bedenkt man aber die Schwierigkeit, in solchen Augenblicken so kurze Zeiträume zu messen, so läßt sich annehmen, daß die meisten und verheerendsten Stöße nur Secunden und Augenblicke währten.

Es giebt nicht viele Gegenden, welche ganz von diesen gefährlichen Erschütterungen verschont werden. Mag auch mancher Ort Jahrhunderte lang frei bleiben, andre Erdstriche werden davon um so häufiger und anhaltender heimgesucht. So giebt es gewisse Erdbebenzonen, welche einen gemeinsamen Heerd ihrer Erschütterungen zu haben scheinen. Die amerikanischen habe ich schon erwähnt. In Asien giebt es drei Erdbebenzonen, die fast parallel von Westen nach Osten ziehen, eine nördliche von der Uralmündung bis Irkutzk, eine mittlere vom Aralsee bis nach China, eine südliche durch die Länder am Himalaya. Dazu kommt noch jener mächtige Bogen, welcher sich von den Andamanen durch Sumatra, Java, die Philippinen, Japan, die Kurilen, Kamschatka und die Aleuten zieht, wo sich diese Zone an die nordamerikanische der Halbinsel Aliaska und der Westküste bis Kalifornien an-

schließt. In Europa haben wir zwei oder drei Erdbebenzonen, welche wir näher betrachten wollen. Jedenfalls nimmt die europäische Erdbebenzone, welche das mittelländische Meer umschließt, die erste Stelle unter allen bekannten ein, nicht nur wegen ihres großen Umfangs, der genaueren Kenntniß, die wir über sie besitzen, der merkwürdigen Ereignisse, die sich in ihr zugetragen haben, sondern weil sie die Länder umfaßt, in welchen die wichtigsten Völker des Erdballs ihren Sitz aufgeschlagen haben. Der Erschütterungskreis des mittelländischen Meeres erstreckt sich von den Azoren bis zum Kaspischen und Persischen Meere in einer Länge von fast 1000 Meilen. Auf der Südseite wird der Umkreis von Africanischen Gebieten gebildet, von dem Hochlande der Berberei, dem Plateau von Barka und Marmarika. Die Ostseite begreift die vorderasiatischen Landschaften, das syrische Bergland und Palästina, Mesopotamien und Babylonien, den westlichen Theil des Hochlandes von Iran, das Quellland des Euphrat, Kur und Araxes oder das Hochland von Armenien, Kurdistan und Georgien, endlich das Hochland von Kleinasien. Um die Mitte der Erdbebenzone lagert sich im Norden ein aus vielen Gebirgsgliedern bestehender Bogen, der vom kaspischen Meere beginnt und an der Straße von Gibraltar sein Ende erreicht. Die Glieder dieses Bogens sind der Kaukasus, das Gebirgsland von Taurien, das südliche Rußland bis Kiew, die griechische Halbinsel, die Karpathen, die Alpen, der südliche Theil des fran-

2*

zösischen Mittelgebirges, die Pyrenäen und die Gebirge der iberischen Halbinsel. Um diesen größern nördlichen Bogen lagert sich noch ein kleinerer, welcher aus dem deutschen Mittelgebirgslande und aus dem mittleren und nördlichen Mittelgebirge Frankreichs besteht. Die äußersten Westpunkte des Erdbebenkreises bezeichnen die Azoren, Madeira und die kanarischen Inseln.

Den eigentlichen Heerd aller Erschütterungen dieser Zone bilden wohl die theils noch jetzt, theils früher thätigen Vulkane in ihrer Mitte; denn dort sind auch die Erdbeben am häufigsten, ganz gewöhnliche, dem Boden eigenthümliche Erscheinungen. Den westlichen vulkanischen Punkt des Erschütterungskreises bilden die Azoren, eine Inselgruppe von einem Flächenraum von 50 Q. M., deren vulkanische Thätigkeit ihr Centrum im Pico auf der Insel gleiches Namens zu haben scheint, und sich bald im Bilden von Kratern, bald im Auftauchen und Verschwinden neuer Inseln zeigt. Daran schließen sich die canarischen Inseln mit dem Pik von Teneriffa. Ein zweiter vulkanischer Heerd ist die Insel Sicilien mit ihrem 10260 Fuß hohen Aetna und dem Schlammvulkan Macaluba bei Girgenti. Nördlich von Sicilien liegen die ewig thätigen Feuerschlünde der Liparischen Inseln Vulcano, Lipari, Stromboli mit dem Monte Schicciola. In Unteritalien treffen wir den merkwürdigen Vulkanbezirk von Neapel, der sich vom Vesuv durch die phlegräischen Felder bis Procida und Ischia ausdehnt.

Hier ist der See Averno, der einst mephitische Dämpfe aushauchte und durch seine verpestete Luft die darüber hinfliegenden Vögel tödtete, jetzt von der reinsten und gesündesten Atmosphäre umgeben; hier ist die Solfatara von Pozzuoli, ein halberloschner Krater von schwefligen Dämpfen erfüllt, den einst die Alten die Pforten der Unterwelt nannten. Wenden wir uns von Italien nach Osten, so treffen wir eine Reihe vulkanischer Inseln im griechischen Archipelagus von Aegina über die Halbinsel von Methone, Paros bis Santorin mit ihrem vom Meere erfüllten Krater, der noch immer durch unterseeische Ausbrüche Beweise seiner vulkanischen Thätigkeit ablegt. Wir gehen jetzt nach Asien über und begegnen dort zwar wenigen noch thätigen Vulkanen, aber Spuren ehemaliger weitverbreiteter Thätigkeit, die unvertilgbar dem Boden eingeprägt sind und sich noch oft in starken und verheerenden Erdbeben äußern. In Kleinasien finden wir die berüchtigten Feuerberge der Alten, die seltsame Höhle Plutonium bei Hierapolis und vor allem die Katakekaumene oder das verbrannte Gefilde von Lydien, das schon durch seinen Namen, noch mehr durch die aschenartige Erde, eine Menge Erdrisse und 3 Krater erloschener Vulkane sich als eine von unterirdischem Feuer verwüstete Landschaft ankündigt. Im südöstlichen Kleinasien in der Ebne von Kaisarieh erhebt sich als isolirter Pik der Arghi Dagh über 12000 Fuß hoch, von dem schon die Alten erzählten, daß er voll von Schlünden sei, aus denen Flammen hervorbrechen.

Auch in neuerer Zeit sind die vulkanischen Erscheinungen dort nicht ganz verschwunden. Erdbeben, warme Quellen zeugen von der fortdauernden Thätigkeit des vulkanischen Heerdes, und bei dem Erdbeben, welches 1831 die Gegend von Kaisarieh verwüstete, brachen abermals Feuerflammen aus dem vulkanischen Boden hervor. Wir kommen zu einem andern furchtbar von vulkanischer Thätigkeit verheerten Gebiete, dem Hochlande von Armenien, das weithin von mächtigen Lavaströmen überflossen, von Schlacken und Bimsteinen überschüttet ist. Der Mittelpunkt aller dieser Verwüstungen ist der Ararat oder Agrihdagh, jener heilige Berg, an den sich die dunkelsten und ältesten Anfänge der vorgeschichtlichen Zeit des Menschengeschlechts anschließen, die heilige Landung der Geretteten aus der Sündfluth, die einen so tief nachhaltenden ernsten Eindruck auf das Gemüth der sich bewußt werdenden Völkerentwicklung ausübte, daß sie nach Jahrtausenden nicht ganz aus dem Gedächtniß verdrängt werden konnte. Ungeachtet die ganze Umgebung für die vulkanische Natur des Ararat spricht, so ist doch aus keiner Zeit ein historisches Zeugniß von seiner vulkanischen Thätigkeit aufbewahrt worden, und selbst von Erdbeben blieb die nächste Umgebung des Berges verschont. Erst das Jahr 1840 widerlegte den friedlichen Charakter dieses Berges und suchte jene hohe Landschaft mit einem so furchtbaren Erdbeben heim, daß mit einem entsetzlichen Einsturze nicht nur das St. Jacobskloster und das Dorf Arghuri

mit allen Bewohnern vernichtet, sondern auch weithin zahllose Ortschaften vom Arpatschai bis zum kaspischen Meere hin zertrümmert wurden, Tausende von Menschen das Leben verloren, und an vielen Stellen die Oberfläche des Bodens und der Lauf der Gewässer die seltsamsten Veränderungen erlitt. Jenes Dorf Arghuri, von welchem kein lebendes Wesen übrig blieb, lag in einer ungeheuren Schlucht von 6000 Fuß hohen steilen Felswänden eingeschlossen. Am 20. Juni 1840 kurz vor Sonnenuntergang eröffnete sich plötzlich unter furchtbaren Zuckungen des Erdbodens und donnergleichem Gebrüll, das alle Bewohner Armeniens mit Schrecken erfüllte, am Ende jener Schlucht eine Spalte, aus welcher gewaltige Dampfwolken hervorbrachen und Schlamm und Steine, ja ganze Felsmassen wie Bomben durch die Luft geschleudert wurden. Nach einer Stunde schwieg der Donner; das reiche Dorf Arghuri, das berühmte Kloster, die blühenden Felder und Fruchtbäume waren verschwunden; zweitausend friedliche Bewohner hatten ihr Grab unter den aufgeschleuderten Steinmassen gefunden. In weitem Umkreise war selbst die Ebne Armeniens furchtbar verheert. Spalten hatten sich auch an den Ufern des Araxes und Karasu geöffnet und warfen Dämpfe, Wasser und Schlamm empor. Aus dem Bette des Araxes erhoben sich seltsame Fontainen, und brausende Strudel tobten Monate lang. In Eriwan, Nachitschewan, Bajasid u. a. O. waren mehr als 6000 Häuser von Grund aus zerstört. Die Quelle des hei-

ligen Jakob hatte Ursprung und Lauf geändert, die Quelle bei Arghuri ihr Kristallwasser mit widerlichem Schwefelwasser vertauscht, und zahlreiche Quellen waren versiegt, neue erschienen. Aber das Maaß des Entsetzens war noch nicht erfüllt. Vier Tage nach dem Ausbruch begann ein neues Zerstörungswerk. An der Stelle der geschlossnen Ausbruchsspalte war ein tiefes Becken zurückgeblieben, das von geschmolzenem Schnee, Regen und Bächen zu einem See anschwoll, der gleichsam über dem Thale schwebte. Der mächtige Damm, den Schlamm- und Steinmassen seinem Druck entgegensetzten, ward am 24. Juni durchbrochen. Mit furchtbarer Gewalt stürzten die Schlammströme den Bergabhang hinab, verbreiteten sich über die Ebene und verstopften das Bett des Karasu durch 100 Fuß hohe Wälle. Die weite Ebne ward verwüstet, mit Bäumen, Felstrümmern und Leichen bedeckt. Lange Zeit bildete die ganze Gegend einen unzugänglichen Morast. Erst als die Schlammmassen trockneten, konnte man den gräßlichen Schauplatz der Verwüstung übersehen. Die Arghurischlucht war 20 bis 200 Fuß hoch mit bergähnlichen Trümmern bedeckt. Von Dorf und Kloster ist keine Spur zu finden; an ihrer Stelle erhebt sich eine Reihe kegelförmiger Be gkuppen aus Fels- und Eisstücken. Ueber einen Monat lang dauerten die heftigen Erschütterungen fort, und noch im September waren Schwankungen mit schwachem unterirdischen Getöse zu spüren. Seit dieser Zeit liegt das Herz des Araratvulkans geöffnet da; doch keine Feuer-

säule verräth seinen gefährlichen Charakter. — In dem östlichen Gebiete unsrer Erdbebenzone, dem westlichen Persien, wie in dem vulkanischen Syrien und Palästina läßt zwar kein thätiger Vulkan mehr seine verheerenden Feuerströme fließen, aber die gewaltige Pyramide des Demavend läßt durch die heißen Dämpfe, die seinem kratergleichen Gipfel entsteigen, durch die heißen Quellen und Bäder an seinen Abhängen, durch seine weit umher verbreitete Erdbebensphäre, durch die Schlacken und Bimssteine, die rings um ihn zerstreut sind, keinen Zweifel mehr über die Gluth, die noch immer in seinem Innern arbeitet, und für welche die Zeit wohl kommen kann, wo auch sie einmal zum Leben geweckt wird. Das letzte Gebiet der Erdbebenzone des mittelländischen Meeres betreten wir im Kaukasus, und hier sehen wir die Wirkungen des innern Feuers sich nicht mehr bloß durch Erdbeben, sondern auch durch vulkanische Ausbrüche äußern. Dort erheben sich die ehemaligen Feuerschlünde des 15400 Fuß hohen Elbrus, des Passemtu, des Kasbek. Naphthaquellen, Schlammvulkane und das heilige Feuer der Indier, das dem Boden von Baku entströmt, sind gewiß hinreichende Spuren von der ununterbrochnen Thätigkeit eines vulkanischen Heerdes.

Rings um und zwischen diesen eben angeführten vulkanischen Centralpunkten liegen die Gegenden vertheilt, welche am häufigsten und zerstörendsten von Erdbeben heimgesucht werden; und auch die Richtung der Stöße und Erschütterungen folgt fast immer der

2

Streichungslinie dieser Zone. Von der Thätigkeit der Vulkane hängt gewöhnlich die Ruhe der von ihnen beherrschten Zone ab. So lange die Vulkane schweigen, toben die Erdbeben. Dafür spricht besonders der Zeitraum vom Jahre 1500 bis 1631 und von 1825 bis 1832. In der ersten Periode ruhte der Vesuv, und der Aetna hatte nur wenige Ausbrüche. Zwischen diesen erfolgten auf der ganzen Erschütterungslinie des mittelländischen Meeres und seitwärts bis in die Alpen und Oesterreich, Konstantinopel und Palästina die heftigsten Erdbeben. In den Jahren 1825—32 feierten wieder die beiden großen Vulkane unsrer Zone, und verheerende Erdbeben waren die Folge. 1827 wurden Neapel, Sicilien, Kleinasien, Lissabon, die Moldau und die Alpen erschüttert, 1828 Ischia, Kalabrien, Genua, Smyrna, der kaspische See. 1829 erschreckten Erdbeben Murcia, die Türkei, Ungarn, Siebenbürgen und das südliche Rußland. Auch 1831 und 32 wurden Italien, die Alpen- und Karpathenländer und Syrien heimgesucht, bis endlich Vesuv und Aetna kurz nach einander ihre furchtbaren Feuerschlünde öffneten. Aber seit einigen Jahren sind sie wieder in Schlummer versunken, und schon zeugen aufs Neue Erdbeben von dem verhaltnen Grimme der innern Gluthen.

Wir liegen glücklicherweise ausgeschlossen von dem Bereich dieser furchtbaren Gewalten, aber dennoch erstrecken sie bisweilen ihren erschütternden Arm bis zu uns oder doch in eine gefährliche Nähe. Nicht ge-

nung, daß der Erschütterungskreis des mittelländischen Meeres sich bisweilen bis in unsre Gegenden erweitert, daß sogar der Hekla und die vulkanischen Heerde Islands uns bisweilen ihre Erschütterungen fühlen zu lassen scheinen, haben wir selbst in unserm deutschen Norden selbständige Erdbebenzonen, deren Thätigkeit nur in neuerer Zeit mehr eingeschlummert ist. Bekannt ist die vulkanische Gegend der Eifel, die sich bis in die Nähe von Coblenz auf dem linken Rheinufer hinzieht. Dort finden sich vulkanartige Kuppen, Lavaströme, Schlacken und Bimssteine in ungeheuren Massen aufgehäuft; und die zahlreichen kreisförmigen Seen und Teiche, Maare genannt, müssen wohl als Krater betrachtet werden. Das größte dieser Maare ist der Laacher See, rings von Schlackenhügeln umgeben, aus deren Spalten und Rissen noch beständig ungeheure Mengen kohlensauren Gases hervorquellen. Aber trotzdem ist der See kein gewöhnlicher Krater. Wahrscheinlich fanden hier nur, wie noch jetzt aus den Vulkanen der Anden, gasförmige Explosionen statt, welche die Trümmer umherstreuten, so daß der See sich durch Einsturz und Versenkung bildete. Vielleicht waren sie mit Explosionen von Wasser verbunden, wie die trichterförmigen Löcher, welche sich in Kalabrien beim Erdbeben bildeten und Wasser auswarfen, und deren Umgebungen ähnliche sternförmige Risse zeigten wie der Laachersee. In seiner Nähe stehen die basaltischen Kuppen des Lierenkopfs, Engelerkopfs, Perlenkopfs und der Nurburg, deren Krater einst ein noch sichtbarer

Lavastrom entquoll. Weiterhin erheben sich ähnliche Krater, die Kunksköpfe, der Steinberg, vor allem der Hochsimmer an der Nette, dessen seitliche Ausbrüche die weiten Basaltfelder von Niedermenmig und Kottenheim gebildet zu haben scheinen. In der obern Eifel ragt der Vulkan von Gerolstein hervor, aus dessen kesselförmigem Krater sich ungeheure Lavaströme in das benachbarte Thal ergossen haben. Es kann somit kein Zweifel bleiben, daß auch Deutschland einst der Sitz gewaltiger vulkanischer Erscheinungen war, welche sogar in der jüngsten Erdbildungsepoche stattfanden, da ihre Producte noch die Braunkohlen durchbrochen haben. Die Erdbeben, welche noch immer besonders die Rheingegenden heimsuchen, sind Zeugen von dieser unterirdischen Thätigkeit. Noch im Jahr 1846 wurde jene Gegend mehrmals erschüttert, am heftigsten in den Abendstunden des 28. Juli jenes Jahres. Der eigentliche Heerd jener Erschütterung schien die Gegend des Laachersees zwischen Rhein und Mosel zu sein und die Richtung der Fortpflanzung vorzüglich dem Lauf der Mosel aufwärts, dem des Rheines abwärts zu folgen. Darum spürte man die Erschütterungen noch bis Lüttich und Brüssel, bis Mainz und Frankfurt, nach Osten dagegen nur in geringerer Entfernung, weil die Wesergebirge und der Teutoburgerwald eine Grenze zu setzen schienen. Am heftigsten fühlte man die Wirkungen in Koblenz, Andernach und Neuwied. In Coblenz war der erste Stoß so stark und von einem so erheblichen unterirdischen Getöse begleitet, daß

die ganze Bevölkerung in Aufregung gerieth. Man ahnte so wenig ein Erdbeben, daß man alles Andre sich eher dachte. Alles stürzte auf die Straße oder steckte den Kopf zum Fenster hinaus, um sich nach der Ursache zu erkundigen, die man draußen suchte, statt unter den Füßen.

Zu allen neuen, ungewohnten Schrecknissen kommen gewöhnlich noch unbegründete Befürchtungen, wie der Mensch immer im Unglück geneigt ist sich das Aeußerste in seiner Phantasie vorzustellen. Wer zum ersten Male die Wirkungen des Erdbebens fühlt, sei es auch eines ganz ungefährlichen, der empfindet einen Eindruck, den er nie vergißt. In seinen festesten Ueberzeugungen sieht er sich erschüttert, den Erdboden, den er fest nannte, sieht er wogen und wallen wie die beweglichen Fluthen des Wassers. Er ahnt die Nähe einer geheimnißvollen Naturmacht, welche unsichtbar und augenblicklich die Ruhe und Ordnung der ganzen Natur stört. Ueberall glaubt er ihr nun zu begegnen, er traut selbst dem Boden nicht mehr, den er betritt; denn es könnten sich ja Schlünde unter ihm eröffnen und Vulkane diesem Höllenboden entsteigen.

Auch in Ländern, wo, wie in China, in Chili, in Columbien, diese Naturbegebenheiten zu den gewöhnlichen Erscheinungen gehören, wo drohende Gefahren, wilde Scenen des Schreckens und der Verwirrung zu Tagesgesprächen werden, findet man die Empfindungen keineswegs ganz abgestumpft. Alles stürzt in wilder Verwirrung unter Wehklagen und

Angstgeschrei auf die Straßen; die Einen sinken besinnungslos nieder oder strecken die Hände sprachlos zum Himmel, die Andern flehen knieend in inbrünstigem Gebet zu den Heiligen. Selbst in Mexico, wo die Erfahrung den friedlichen Charakter der dortigen Erdbeben kennen gelernt hat, stürzt man zu den öffentlichen Plätzen, weicht die Furcht und der Schrecken nicht eher von den Gesichtern, als bis der Stoß vorüber ist. Dann kehrt Jeder gleichmüthig zu seinem Geschäft zurück. In Columbien und auf dem Cordilleren-Rücken steigert sich die religiöse Aufregung oft bis zum Wahnsinn, der das Volk antreibt sich selbst in das Grab zu stürzen. In Caracas fanden am 26. März 1812 gegen 4000 Menschen unter den einstürzenden Gewölben der Kirchen, in welche sie unwissende und fanatische Priester trieben, den Tod; und zu Kisljär am Kaukasus wurden am 9. März 1830 über 500 Menschen von den Trümmern des Tempels begraben, in den sie sich geflüchtet hatten. Dennoch mag auch das furchtbarste Ereigniß durch die Dauer an Schrecken verlieren, wenn nicht der Aberglaube die Gemüther verwirrt. Die Gewohnheit gleicht Alles aus und vertilgt jede Furcht. An jenen so oft und täglich von Erdbeben erschütterten Küsten von Peru, wo man weder Hagel noch Gewitter kennt, da ersetzt nur den rollenden Wolkendonner das unterirdische Getöse, welches die Erdstöße begleitet. Man weiß, daß gefahrbringende Erschütterungen selten sind, und so zollt man den schwächeren Schwankungen nicht mehr

Aufmerksamkeit, als wir etwa einem Gewitter. Die Eingebornen jener oft Monate lang vom Regen vergessnen Länder wünschen sich sogar Erdstöße herbei, die ihren niedern Rohrhütten doch keinen Schaden bringen können und ihrem Glauben als Vorboten der Fruchtbarkeit und Regenmenge gelten.

Der deutsche Norden kennt das Schreckliche dieser Erscheinungen nicht, aber außer dem Bereiche vulkanischer Erscheinungen liegt auch er nicht. Das lehren die Erdbeben, welche in früheren Zeiten auch in unseren Gegenden gespürt wurden. Das älteste Erdbeben in den Küstenländern der Ostsee, von welchem die Geschichte Kunde giebt, ereignete sich der Lübecker Chronik zufolge am 23. August 1409 durch ganz Norddeutschland zugleich bis hinauf nach Preußen. Ebenso wurde Mecklenburg und seine Umgegend im Jahr 1628 und 1683 auf das Heftigste erschüttert. Das Erdbeben von Lissabon 1755 wurde an der ganzen Ostseeküste, vorzüglich bei Travemünde und an vielen Seen, dem Plauer-, Müritz-See und den ukermärkischen Seen empfunden. An den Ufern des Malchower Sees erhob sich das Wasser plötzlich 3—4 Fuß hoch, bedeckte die Haustreppen der nahe gelegnen Häuser und senkte sich dann 6—8 Fuß tief. Kähne wurden losgerissen und selbst solche, die Jahre lang auf dem Grunde des Wassers gelegen hatten, wurden in die Höhe gehoben und weggeführt. Am Ufer sah es aus, als ob das Wasser siedete, in der Mitte bemerkte man nur ein Heben und Sinken. In der

Stadt hatte man keinen Stoß bemerkt, wohl aber in der Stiftskirche. Aehnliche Erscheinungen zeigten sich in den Seen um Templin und setzten die am Ufer beschäftigten Fischer in Lebensgefahr. Auch die Oder gerieth bei Garz eine halbe Stunde lang in Bewegung, sie trat über ihre Ufer und riß Bauholz und Kähne mit den Pfählen fort. Auch das Erdbeben von Calabrien wurde 1783 in Mecklenburg gespürt, und noch im Frühjahr 1841 erschütterte ein Erdbeben den Boden von Jütland und Schleswig. Selbst der furchtbare Ausbruch der isländischen Vulkane, welcher am 2. Sept. 1845 stattfand und am 12. Sept. mit vulkanischer Asche, die durch die obern Winde von Island her südöstlich geführt ward, die über 400 M. entfernten Orkney-Inseln überdeckte, scheint wenigstens unsrer Atmosphäre sonderbare Einflüsse mitgetheilt zu haben. Auf Jasmund in Rügen beobachtete man am 5. Sept. einen dort ganz unbekannten Grad der Durchsichtigkeit der Luft, auf welchen am 7. und 8. eine höchst merkwürdige durchaus nicht nebel- oder höhenrauchartige Trübung der Luft erfolgte. Die Luft war unbewegt, die Meeresfläche ein vollkommner Spiegel, der Himmel wolkenlos. Nur ein feiner weißer Rauch schien die Luft zu durchziehen, der Jasmund schon auf 2 Meilen weit wie einen schwachen Nebelstreif erscheinen ließ, während es sonst 10—14 Meilen weit vollkommen sichtbar ist. Ob diese Erscheinung mit dem Heklaausbruch in Verbindung stand oder nicht, lassen wir dahingestellt.

Deutlich genug hat uns schon die Geschichte die Frage beantwortet, ob auch der Bewohner des deutschen Flachlandes Erdbeben zu fürchten habe. Erdbeben sind unabhängig von der Natur der Gebirgsarten, in denen sie sich äußern. Selbst in den lockersten Alluvialschichten von Holland, um Middelburg und Vliessingen, sind am 23. Febr. 1828 Erdstöße empfunden worden. Schon ein Philosoph des Alterthums, Seneca sprach es aus, wozu ihn eine ins Herz geschriebene Ahnung von der Allgemeinheit der Naturgesetze trieb. Wir irren, wenn wir irgend einen Theil des Erdbodens von der Gefahr der Erdbeben ausgenommen glauben. Alle sind demselben Gesetz unterworfen. Nichts hat die Natur so gebildet, daß es unveränderlich wäre: das Eine fällt heute, das Andre morgen. Und gleichwie in großen Städten jetzt dies Haus, jetzt jenes sich senkt, so nimmt auf dem Erdkreise jetzt dieser Theil Schaden, jetzt ein andrer. —

Die Wirkungen heftiger Erdbeben sind mit Recht die gefürchtetsten aller Schrecknisse, furchtbarer als Feuer- und Wassersnoth, selbst wenn sich zu beiden Stürme gesellen, und die tobende Windsbraut sich der Flammen bemächtigt oder die Wasserfluthen über die Ebne treibt. Den angebornen Glauben an die Ruhe und Unbeweglichkeit der festen Erdschichten vernichtet ein Augenblick; und wenn die Erscheinung in ihrer Heftigkeit begonnen hat, so kann weder Erfahrung, noch Muth, noch Geistesgegenwart den Rettungsweg ausfindig machen. Das Furchtbare der Erscheinung

bringt bei Menschen und Thieren dieselbe ängstliche Unruhe hervor, und selbst die Krocodile des Orinoco, wie Humboldt sagt, sonst stumm wie unsre kleinen Eidechsen, verlassen den erschütterten Boden des Flusses und eilen brüllend dem Walde zu. Die Zerstörungen der Erdbeben werden noch dadurch vermehrt, daß sie nicht bloß örtlich sind; sie erschüttern vielmehr gleichzeitig große Provinzen. Ganze Städte mit ihren Bewohnern werden in einem Augenblicke von der Erde verschlungen, die festesten Mauern zertrümmert; Berge entstehen oder stürzen ein, selbst das Klima einiger Gegenden, wie das von Quito, erleidet bedeutende und dauernde Veränderungen. Noch durch keine Kraft wurde in so wenigen Stunden, ja Sekunden eine größere Anzahl von Menschen getödtet. 200000 M. kamen in Kleinasien und Syrien im Jahre 526 ums Leben, 60000 in Sicilien im J. 1693; bei dem Erdbeben von Quito 1794 fanden 40000 M. ihren Tod und eben so viele bei dem von Riobamba 1797. Noch das neueste Ereigniß, welches das so oft von diesen Schrecknissen heimgesuchte Syrien 1822 verwüstete, verwandelte in einer Nacht 18 Städte, jedes einzelne Dorf, jede einzelne Hütte in Schutthaufen, so daß wenigstens 20000 Menschen umkamen und noch mehrere aufs Schrecklichste verstümmelt wurden. Bei dem Erdbeben von Lissabon wurden ferne Quellen in ihrem Lauf unterbrochen: die Töplitzer Thermen versiegten und kehrten, Alles überschwemmend, von Eisenocker gefärbt zurück. In Cadix erhob sich das Meer

zu 60 Fuß Höhe, und in den Antillen stieg die Fluth tintenschwarz plötzlich 20 Fuß hoch auf. Flammen und Rauchsäulen stiegen aus den Spalten der Felsen von Alvidras bei der Hauptstadt auf. Bei dem Erdbeben von Chili im J. 1835 wich das Meer unfern Talcalmana so weit zurück, daß alle Felsen der Bucht sichtbar wurden. Plötzlich aber kehrte eine ungeheure Woge zurück und bedeckte die Ufer 28 Fuß über die Höhe der höchsten Springfluth. Kaum entgingen die Einwohner dem Wellengrabe. Im Mississippithale wurden 1812 heiße Dämpfe ausgestoßen, und im Magdalenenthale Nov. 1827 durch Ausbrüche von kohlensaurem Gase fast alle in Erdhöhlen lebenden Thiere erstickt und sogar die weidenden Heerden bedeutend beschädigt. Bei dem Erdbeben von Riobamba wurde aus zahllosen Spalten, über welchen sich kleine fortschreitende Kegel erhoben, ein sonderbarer zersetzter schlammartiger Tuff ausgestoßen, der zugleich Kieselpanzer von Infusorien und eine solche Menge fein zertheilter Kohle enthält, daß er unter dem Namen Moya als Brennmaterial benutzt wird. Oft erhalten sich die Spalten, in welche die Felsendecke zerreißt, Jahrtausende lang. Bekannt ist der Felsen an der Küste von Gaeta, welcher der Sage nach im Todesjahre Christi von oben bis unten gespalten wurde, und der noch heute ein Gegenstand der Ehrfurcht für manchen Schiffer ist. Gewöhnlich aber schließen sich die Klüfte sogleich wieder und verschlingen Thiere und Menschen, Bäume und Häuser. In China kamen auf

diese Weise 4000 Menschen um. In Lissabon verschwand der schöne Quai, der mit unermeßlichen Kosten von Marmorblöcken erbaut war, sammt allen Tausenden der Bewohner, die hier Sicherheit gesucht hatten, für immer und spurlos in den Schooß der Erde. Bisweilen schließen sich die Spalten mit einer wahrhaft schauderhaften Heftigkeit, die Alles in ihrem Bereiche zermalmt; bisweilen öffnen sie sich von Neuem, um den verschlungenen Raub, von Wasserströmen begleitet, unbeschädigt zurückzugeben.

Das sind die furchtbaren Thaten dieser Kraft, welche Städte zertrümmert und die Bewohner unter Trümmern begräbt, Häfen zerstört und Straßen unwegsam macht, fruchtbare Thäler in Seen verwandelt oder mit den Trümmern der Berge bedeckt. Wohl ist sie eine Quelle des Schreckens und des Todes. Aber sie zerstört nicht bloß, sie baut auch auf, sie bedroht nicht bloß, sie sichert und schützt auch. Sie setzt der auflösenden und ebnenden Kraft der Gewässer eine Grenze und sichert das Festland vor dem Untergang.

Wie gewaltig und großartig aber auch die eben geschilderten Wirkungen der Erdbeben sein mögen, für uns haben hier diejenigen Veränderungen das meiste Interesse, welche durch sie die Erdoberfläche selbst erleidet. Zwar mögen in den früheren Zeitaltern, welche der ersten Bildungsepoche des Erdkörpers noch näher standen, solche Veränderungen großartiger, gewaltsamer, weiter verbreitet gewesen sein als jetzt; aber

die noch heute durch heftige Stöße bewirkten sind wenigstens erhabne Abbilder jener. Wenn wir große Landstrecken sich aus der Tiefe erheben, andre sich senken sehen, so ist uns wenigstens ein Schluß auf die Größe dieser Erdkraft erlaubt. Am 19. Nov. 1822 wurde die Küste von Chili durch ein furchtbares Erdbeben in der Länge von 1200 englischen Meilen heimgesucht und St. Jago und Valparaiso gänzlich zerstört. Am andern Morgen zeigte es sich, daß die ganze Küste um Valparaiso auf mehr als 100 Meilen Länge um 3—4 Fuß über ihr früheres Niveau emporgehoben war. Ein Theil des früheren Seebettes blieb bei hoher Fluth trocken, der Ankergrund im Hafen war seichter geworden, und ältere Strandlinien waren emporgehoben und kamen zum Vorschein. Bis 2 Meilen vom Ufer erstreckte sich die Erhebung, und das ganze Festland, dessen Fläche der Hälfte von Frankreich an Größe gleichkommt, war 5—7 Fuß emporgestiegen. Am 20. Febr. 1835 begann mit heftigen Erdstößen eine neue Revolution, welche sich nicht bloß über den Küstenstrich, sondern auch über einen Theil der Cordillerenkette ausdehnte, von Lavaergüssen des Osorno begleitet wurde und ihre Wirkungen bis zur Insel Juan-Fernandez verbreitete. Wieder war eine Erhebung der Meeresküste von 4—5 Fuß die Folge, welche aber binnen 6 Wochen auf 2 Fuß herabsank. Ueberhaupt scheint Chili sehr häufig selbst in historischer Zeit solche Niveauveränderungen erlitten zu haben. Nach Darwins Untersuchungen zei-

gen sich wenigstens 5 Terrassen älterer Küsten, und die ganze Erhebung des Festlandes beträgt an manchen Stellen 1000—1500 Fuß, durchschnittlich immer 400—500 Fuß. Kann nun aber auch hier die Wirkung vulkanischer Kräfte nicht in Abrede gestellt werden, so hat man es doch bei einem ähnlichen Phänomen, der langsamen und noch immer fortdauernden Erhebung Schwedens versucht; doch ist jeder Versuch einer andern, nicht auf die vulkanische Reaktion des Erdinnern gegründeten Erklärung bisher erfolglos geblieben. Denn weder an den südlichen deutschen, noch an den westlichen dänischen Küsten der Ostsee ist ein ähnliches Steigen des Festlandes bemerkt worden, welches doch nothwendig eintreten müßte, wollte man die Erhebung Schwedens als nur scheinbar ansehen und aus dem Sinken des gesammten Ostseespiegels herleiten. Vor fast 100 Jahren zuerst durch Celsius auf diese merkwürdige Erscheinung hingewiesen, kann man es nunmehr für eine entschiedne durch L. v. Buch festgestellte Thatsache ansehen, daß der ganze Küstenrand Skandinaviens von Friedrichshall bis Abö in Finnland sich langsam über den Meeresspiegel erhebt und während der historischen Zeit wenigstens um 200 Fuß gestiegen ist. Die Hebung nimmt sichtbar nach Süden zu ab und ist an den Küsten Schonens unmerklich, dagegen tritt sie noch deutlich bei Stockholm und am stärksten in der Gegend von Tornea auf, wo innerhalb 30 Jahren gegen eine Meile breites Küstenland vom Wasser befreit wurde. Es scheint, als wenn

40 Zoll Steigung die Mittelzahl eines Jahrhunderts angiebt. Indeß kann die Hebung nicht immer gleichmäßig zugenommen haben, es müssen auch Senkungen wieder eingetreten sein, wie andre Thatsachen, namentlich eine 60 Fuß unter der jetzigen Oberfläche bei Stockholm aufgefundne Fischerhütte, welche ursprünglich am Meeresufer stand, so wie der Hylöseholm, auf welchem 1473 die Stadt Gothaham erbaut wurde, und der jetzt fast im Spiegel des Meeres liegt, beweisen. Daraus würde hervorgehen, daß Schweden abwechselnd sich hebe und senke, oder wenigstens früher auch einmal sich gesenkt habe; und diese Annahme wird durchaus zulässig, da dieselbe sonderbare Erscheinung an der Küstenstrecke der Bai von Bajae bei Pozzuoli, wo der vielbesprochne Serapistempel steht, aufs Bestimmteste nachgewiesen ist. Der Fußboden dieses Tempels wird beim höchsten Wasserstand einen Fuß hoch vom Meere bedeckt. 3 marmorne Säulen stehen noch aufrecht, und diese haben bis 12 Fuß von unten aufwärts eine völlig glatte, unbeschädigte Oberfläche. Darauf aber folgt ein 12 Fuß hoher Gürtel von Löchern der Bohrmuscheln, welche lange gearbeitet haben müssen, weil die Löcher groß, tief und zahlreich sind. Wollen wir diese Verhältnisse erklären, so müssen wir nothgedrungen annehmen, daß bei Erbauung des Tempels der Fußboden höher gelegen haben müsse als jetzt, wo ihn der hohe Wasserstand überschwemmt, daß er in einer spätern Zeit 24 Fuß unter der Meeresfläche gelegen haben müsse, weil

sonst die Bohrmuscheln die aufrechtstehenden Säulen nicht bis zu 24 Fuß über dem Pflaster hätten anbohren können und daß dieser tiefe Stand lange genug gedauert haben müsse, damit eine so harte Arbeit von diesen Thierchen vollbracht werden konnte, daß endlich eine letzte Veränderung des Wasserstandes vorgegangen sein müsse, welche die Ruinen des Tempels in die Lage brachte, in welcher wir sie jetzt sehen. Wahrscheinlich ist es, daß das Versinken des Landes durch den Ausbruch der benachbarten Solfatara 1198, die Wiedererhebung durch den Ausbruch des Monte nuovo 1538 bewirkt wurde.

Sahen wir bis jetzt nur ruhige Festländer durch unterirdische Kräfte emporgehoben, so werden wir jetzt auch furchtbare Vulkane den geöffneten Schlünden der Erde entsteigen sehen.

Ein solches großartiges, erstaunenswürdiges Ereigniß zeigt uns die Entstehung des neuen mexikanischen Vulkans Jorullo zwischen den Feuerbergen von Toluca und Colima. Den Schauplatz dieser Erscheinung bildete eine von Basaltbergen umgebene reichbebaute Ebene von 2400 Fuß Höhe über dem Meere. Im Juni des Jahres 1759 vernahm man dort ein furchtbares unterirdisches Getöse, von häufigen Erdstößen begleitet, das 50 — 60 Tage dauerte. Im September schien Alles ruhig, da ertönt in der Nacht vom 28. — 29. Sept. neuer Donner; die ganze Ebene, 4 QM. groß, erhebt sich gleich einem Gewölbe, am Rande 36, in der Mitte gegen 500 Fuß hoch. Noch jetzt

erkennt man in den zerbrochnen Felsschichten die Grenzen dieser Erhebung. Eine von vulkanischem Feuer durchglühte Aschenwolke beleuchtete das furchtbare Schauspiel. Die erweichte Erddecke schwoll an, wie ein sturmbewegtes Meer; rings brachen Flammen hervor, und glühende Felsmassen wurden zu ungeheurer Höhe emporgeschleudert. Aus den Spalten, in die das Gewölbe zerriß, erhoben sich kleine Kegel von 6—10 Fuß Höhe, von den Eingebornen Oefen (Hornitos) genannt, die noch zu Anfang unsers Jahrhunderts dicken Rauch ausstießen. Inmitten dieser Oefen sind aus einem größeren Risse sechs 20 Fuß hohe Trümmerhaufen emporgestiegen und unter ihnen auf gleicher Linie der Hauptvulkan Jorullo, mit einer Höhe von 1500 F. Dieser stand vom Augenblick seiner Geburt an bis zum Februar 1760 unaufhörlich in Flammen und bedeckte mit seinen emporgeschleuderten Massen von Lava und Asche eine Gegend von 48 Meilen Halbmesser. Zwei Flüsse, welche früher die fruchtbare Ebene bewässerten, verloren sich in der ersten Unglücksnacht; statt ihrer sieht man jetzt weiter gegen Westen aus den Spalten des aufgetriebenen Bodens 2 heiße Quellen hervorbrechen. Mit der Natur ist auch der Name des Landes verwandelt. Sonst hieß es los Pastos, die Weiden, jetzt Malpays, das böse Land. — Eine ähnliche, nur minder großartige Erscheinung ereignete sich im Jahre 1538 bei Pozzuoli am Golf von Neapel. Zwei Jahre lang hatten schon Erdbeben diese Gegend erschüttert, als am 28. Septbr. zwischen dem See Averno, dem

Monte Barbaro und der Solfatara Flammen aus der Erde hervorbrachen; Spalten entstanden im Boden und warfen Wasser aus, das Meer wich auf 200 Schritte vom Ufer und ließ den trocknen Grund sehen. Am 29. öffnete sich dicht am Meere ein Schlund, aus welchem unter lautem Donner Rauch, Flammen, Schlamm und Felsmassen ausgeworfen wurden. So entstand in 2 Tagen ein Berg von 413 Fuß Höhe und 8000 Fuß Umfang am Grunde, der Monte Cenere oder M. nuovo. Als die Auswurfserscheinungen aufhörten, bestieg man den Berg und fand auf seiner Höhe eine trichterförmige Oeffnung, einen Krater. So erscheint er noch jetzt.

Haben uns diese beiden Ereignisse Aufschlüsse über die Entstehung von Vulkanen mit offnen Kratern gegeben, in denen eine bleibende Verbindung des Erdinnern mit der Atmosphäre errungen ist, so vermögen doch nicht immer die empordringenden Gewalten diese Verbindung herzustellen. Oft werden durch sie nur einzelne Theile unsrer Erdrinde zu ungeöffneten, domförmigen Massen emporgehoben oder die gehobenen Schichten durchbrochen und so nach Außen geneigt, daß auf der innern Seite ein steiler Felsrand sich bildet. Dies sind die Erhebungskrater, wie sie uns viele Berge des Festlandes und vorzugsweise viele Inseln aufweisen. Unter den Erhebungskratern des Festlandes zeichnen sich die vulkanischen Ketten der Puys in der Auvergne, der Puy de Dôme, der Puy de Chopine mit dem ihn halbmondförmig umgebenden Puy des Goutte8, die Gruppen des Mont d'Or, des Can-

tal und die des Velay und Vivarais aus. Die ähnlich gebildeten Inseln zeigen immer eine mehr oder minder vollkommne Kegelgestalt, indem sie von den Küsten aus ringsum gleichförmig bis zum höchsten Punkt aufsteigen, aber immer in der Mitte, wo man den Gipfel erwarten sollte, eine tief eingreifende kesselförmige Vertiefung zeigen, an deren hohen und jähen Abstürzen im Innern die Köpfe der aufeinander liegenden aufsteigenden Schichten hervortreten. Die zackigen Wände des Kessels, welchen die Spanier der canarischen Inseln la Caldera nennen, stürzen oft plötzlich von der ansehnlichsten Höhe fast bis zur Meeresfläche ab, und gewähren einen eigenthümlichen wilden Anblick. Häufig sind diese Abhänge von vielen schmalen, tief eingerissnen Schluchten, den Barancos der Spanier, zerspalten, welche ringsum strahlenförmig vom Mittelpunkt ausgehen und schroff und steil abgerissen sind. Selten stehen die Barancos mit dem Innern der Caldera in Verbindung, nnd bei den meisten Inseln dringt nur ein Baranco in den Kessel. Das Ganze erscheint als das Werk einer gewaltigen Kraftäußerung aus dem Innern der Erde, die große Inseln zu bedeutenden Höhen erheben kann und erhoben hat. Ein senkrechter Stoß von unten nach oben trieb die Gesteinlagen, welche den vormaligen Meeresgrund bildeten, hoch empor. Diese mußten bersten, wo die Kraft am heftigsten wirkte, und sich wie ein Mantel rings um das Centrum der Erhebung aufrichten, sie mußten strahlenförmig vom Mittelpunkt aus aufgerissen werden und die Barancos

erhalten, sie mußten in der Mitte den Krater, die Caldera bilden. Wenige dieser Inseln mögen an Schönheit und Deutlichkeit dieser Verhältnisse mit der canarischen Insel Palma zu vergleichen sein, auf welcher der Boden der Caldera 2000 Fuß über dem Meere 1 Meile im Durchmesser hat, und deren furchtbar zerrissne Wände über ihr eine senkrechte Höhe von 4—5000 Fuß erreichen. Daß aus der Mitte des Erhebungskraters, wo den durchbrechenden Kräften der geringste Widerstand zu überwinden bleibt, allmählig ein neuer Kegel, der den innern Raum der Caldera ausfüllt, emporsteigen und zum dauernden Vulkan werden könne, ist eine Erfahrung, welche am deutlichsten und überzeugendsten der Pic von Teneriffa gewährt, an dessen Abhängen man die Ränder der alten Caldera als einen prachtvollen Halbkreis von Felswänden an der Südseite wahrnimmt, ein Amphitheater bildend, von wo aus man den letzten großen Kegel des Pic erst in seiner Größe und symmetrischen schlanken Gestalt sieht. Aber auch in historischer Zeit hat man dergleichen Erhebungserscheinungen im Meere mit eignen Augen anschauen, Inseln auftauchen und oft wieder verschwinden sehen können. Im Jahre 1795 bemerkte man an einem vereinzelt im Meere liegenden Felsen in den Aleuten, westlich von Unalaschka, Dampf, welcher diesen Felsen umhüllte. Als im Jahre 1800 sich die furchtsamen Einwohner wieder in seine Nähe wagten, fanden sie statt des ihnen wohlbekannten Felsen eine Insel in Gestalt eines Piks, welcher Dampf ausstieß. Bis

zum Jahre 1802 wurde Unalaschka unaufhörlich von Erdstößen erschüttert. Da hörte plötzlich das Brennen des neuen Vulkans auf, und nur der Vulkan von Unalaschka wüthete desto heftiger. Bald darauf aber brannte dieser, der Vulkan auf der Insel Umnak und der neue Vulkan abwechselnd. Im J. 1806 hatte die neue Insel einen Umfang von 4 geogr. Meilen und einige 1000 Fuß Höhe. Ein ähnlicher Ausbruch im Meere von Unalaschka erfolgte im J. 1814, und abermals stieg eine Insel empor von bedeutendem Umfang und mit einem Pik von 3000 F. Höhe.

Auch in den Meeren des griechischen Archipelagus sind ähnliche Inselerhebungen beobachtet worden. Schon Ovid erzählt in malerischer Weise, daß auf der Halbinsel Methone durch die Gewalt verschlossner Dämpfe ein Berg wie eine Blase erhoben worden sei, ein Beweis, daß Vorstellungen dieser Art schon im Alterthum verbreitet waren. Einen Hügel, sagt Ovid, sieht man bei Troezene, schroff und baumlos, einst eine Ebene, jetzt ein Berg. Die in finstere Höhlen eingeschlossnen Dämpfe suchen vergebens eine Spalte als Ausweg. Da schwillt durch der eingezwängten Dämpfe Kraft der sich dehnende Boden wie eine luftgefüllte Blase empor; er schwillt wie das Fell eines zweigehörnten Bockes. Die Erhebung ist dem Orte geblieben, und der hoch emporragende Hügel hat sich im Laufe der Zeit zu einer nackten Felsmasse erhärtet.

Am merkwürdigsten ist aber die Insel Santorin, welche wiederholt der Schauplatz solcher Ereignisse ge-

wesen ist. Halbmondförmig umschließt Santorin mit sehr steil gegen das Innere abfallenden Wänden fast zwei Dritttheile einer kreisförmigen Bucht, deren übriger Theil durch die langgestreckten kleineren Inseln Therasia und Aspronisi geschlossen wird. Das Ganze gleicht den ringförmigen Umgebungen eines alten und nur an 3 Stellen vom Meere unterbrochnen Kraterrandes; und daß es wirklich dafür angesehen werden muß, dafür bürgen die in seinem Innern oft erfolgten Erscheinungen vulkanischer Ausbrüche und das damit verbundne Emporsteigen neuer Inseln.

Die Insel Santorin.



Die Geschichte dieser Erhebung ist deswegen besonders lehrreich, da hier ohne Zweifel keine Aufschüttung durch förmliche Ausbrüche stattfand, sondern der Meeresboden selbst mit Auster- und Muschelbänken allmählig in abwechselnden Perioden der Aufregung und Ruhe aus der Tiefe stieg. Im Jahre 197 v. Chr. begannen nach den Berichten alter Schriftsteller die vulkanischen Geburtswehen dieses Meereskraters. Unter heftigen Erdbeben stieg in der Mitte des Golfs Hiera, das heilige Eiland, oder Paleokaimeni hervor. Vier Tage lang entströmten Flammen dem Meere und kochten und siedeten die Fluthen. Das Jahr 19 v. Chr. sah eine neue Insel Thia erscheinen, nur 250 Schritt von der ersten entfernt', mit der sie sich wahrscheinlich später vereinigte. Die Jahre 726 und 1427 n. Chr. vergrößerten durch neue Ausbrüche Paleokaimeni. Im Jahre 1573 entstand mitten im Becken Mikrokaimeni unter gewaltigen Ausbrüchen von Rauch und Bimssteinschlacken. Im Jahre 1650 erneute sich der Versuch der Inselbildung, aber vergeblich. Nach heftigen Erdbeben und donnerähnlichen Entladungen erhob sich aus spiegelglatter See eine glänzend weiße Bimssteininsel, aus welcher bald ein dichter Rauch emporstieg, welchem monatelange furchtbare Erschütterungen des Meeres und der umliegenden Inseln folgten. Nach Jahresfrist verschwand das Eiland unter dem nagenden Zahn der anstürmenden Fluthen. Mit erneuter Kraft, furchtbarer denn je, brachen die Mächte der Tiefe ein halbes Jahrhundert später hervor. Sie schufen eine

neue Insel Neokaimeni in den Jahren 1707—11 unter einer merkwürdigen Folge von Erscheinungen, an einer Stelle, die vorher 400 Fuß Tiefe zeigte. Die Insel bestand anfangs aus zwei Theilen, einer weißen Bimssteininsel und einer schwarzen Trachytklippe, die langsam ohne Erschütterung, Getöse oder Flammen aus dem Meere aufstiegen und noch Austern auf ihrer Oberfläche trugen. Allmählig erhitzte sich bei Vereinigung beider Inseln unter fortdauernder Erhebung derselben das Wasser, und endlich entstand auf dem Hügel ein Krater, der Flammen, Asche und Laven ausspie und längere Zeit tobte, so daß er selbst nach seinem letzten Ausbruche am 14. Septbr. 1711 noch ein Jahr lang Dampf ausstieß. In diesem Augenblicke erhebt sich zur Seite von Mikrokaimeni eine neue Insel. Schon der französische Reisende Olivier wurde zu Ende des vorigen Jahrhunderts von Fischern darauf aufmerksam gemacht, daß der Seeboden in der Nähe des Hafens von Thera seine Form verändert habe. Früher unergründliche Tiefen ließen die Sonde schon bei 40 F. Grund finden. Im Jahre 1829 fanden Virlet und Bory nur noch 9 F. Tiefe und der Admiral Lalande 1835 nur noch 4 Fuß. Es zeigte sich eine Trachytwand von 200 Fuß Durchmesser, die ringsum plötzlich zu jäher Tiefe abfiel. So steht jeden Augenblick die Erscheinung einer neuen Insel über der Meeresfläche zu erwarten.

Während die Erhebung von Santorin offenbar den ursprünglichen Meeresboden an die Oberfläche

brachte, und somit nicht aus Aufschüttung um einen Krater hervorgehen konnte, so sind dagegen wieder andere Erscheinungen von vulkanischen Inseln im Meere wahre Ausbrüche untermeerischer Vulkane und die Inseln selbst das Resultat der Aufschüttungen von Schlacken und Aschenmassen, die auch gewöhnlich bald wieder vom Meere zerstört werden. Am genauesten bekannt und erforscht ist der Ausbruch der Insel Ferdinandea oder Julia an der Südwestküste von Sicilien, zwischen Sciacca und der Insel Pantellaria, im Juli 1831 beobachtet. Heftige Erdstöße hatten 5 Tage lang Sciacca und die ganze Südküste Siciliens in Schrecken versetzt, aber Niemand ahnte ihre Bedeutung. Das Meer wallte plötzlich auf und brauste mit donnerähnlichem Getöse, todte Fische und feinporöse, lichtgraue Schlackenstücke führten die Wogen weithin in zahlloser Menge. Endlich entströmten dem Meere 8 Meilen von Sciacca leichte weiße Rauchwolken, die allmählig dichter und dichter wurden und endlich im Innern eine mächtige Aschengarbe zeigten, die bei Tage schwarz, bei Nacht leuchtend war. Immer stärker rollten die Donner, immer schneller folgten die Stöße und die furchtbaren Stein- und Aschenregen, als endlich am 16. Tage der Erscheinung sich den ahnungsvoll harrenden Küstenbewohnern eine dunkle Insel enthüllte, die sich aus dem Meeresschooße erhob. Lange dauerte es, ehe die Wuth der entfesselten Elemente den Zutritt zu diesem wunderbaren Emporkömmling gestattete. Zwei Monate nach seiner Geburt am 25. Aug. betrat zuerst der Fuß des

Menschen dies Eiland, dem man zu Ehren des Königs von Neapel den Namen Ferdinandea beilegte. Man fand einen kegelförmigen Hügel, dessen Umfang über 2000 Fuß betrug, und der auf der nördlichen Seite 200, auf der südlichen 30—40 Fuß hoch war. Im Innern zeigte sich ein Krater von 180 Fuß Durchmesser, angefüllt mit fast kochendem, von Eisenchlorid gelbroth gefärbtem Wasser. Nach und nach änderte sich das Ansehen der neuen Insel; denn preisgegeben dem stürmischen Wellendrang, vermochten die pulverigen Massen und losen Schlacken, aus deren Aufschüttung sie bestand, nicht lange zusammenzuhalten. Unterwühlt und zerwaschen verschwand die Insel in den Fluthen, ehe der Streit über ihren Besitz unter den Völkern entschieden war. An ihrer Stelle ist eine nur mit 8 Fß. Wasser bedeckte felsige Untiefe zurückgeblieben, deren zackige Spitzen den Korallen zum Wohnsitz dienen und dem Schiffer Gefahr drohen. Die Erscheinung dieser Insel hatte eigenthümliche und nicht unwichtige Besorgnisse für den Völkerverkehr erregt. War es nicht möglich, daß sie der erste sichtbar gewordene Punkt einer mächtig emporsteigenden Gebirgskette sei, welche Sicilien mit Afrika verbinden und einen Riegel durch die uralte Straße der Völker, das Mittelmeer, schieben würde? Ihr Untergang hat die Furcht zerstreut, aber nicht grundlos gemacht. Allerdings zeigt sich in diesem schnellen Verschwinden und in der Art der Zusammensetzung ein großer Unterschied von den vulkanischen Centralkernen der Inselgruppe von Santorin, die ebenso fest dem

Spiel der Wogen widerstehen, als alle andern Felsarten, weil sie nicht, wie die Insel Ferdinandea und mehrere ihres Gleichen, aus losen Aufwürflingen aufgeschüttet sind. —

So zeigen sich in dreifacher Weise die empordrängenden Gewalten des Erdinnern wirksam. Wir sahen sie einmal in den Erdbeben den Boden erschüttern, dann ihn emporheben, plötzlich und gewaltsam, wie beim Jorullo und der Küste von Chili, oder langsam und ununterbrochen, wie bei Schweden; endlich sahen wir sie die gehobenen Schichten durchbrechen, wie bei den Erhebungskratern und den aus dem Meere auftauchenden neuen Inseln. Wird bei dieser Durchbrechung der Erdschichten eine bleibende Verbindung zwischen dem Erdinnern und der Atmosphäre errungen, so entsteht ein eigentlicher Vulkan. Die Vulkane sind die Sicherheitsventile der Erde, aus denen die innere Gluth, wenn sie den höchsten Grad ihrer Spannung erreicht hat, ausbrechen und austoben kann. Sind sie verschlossen, so drohen furchtbare Verwüstungen, wie wir sie in den Erdbeben kennen lernten, den Ländern. Ueber die ganze Oberfläche der Erde sind die Vulkane verbreitet, thätige oder erloschene, wenn wir einen solchen Unterschied machen wollen, der in der Natur nicht begründet ist; denn auch der Vesuv galt zu Plinius' Zeiten für erloschen, und Viehheerden weideten in seinem Krater. Isolirt oder in Gruppen und Reihen ragen sie aus den Ebenen, selbst aus dem Meere hervor; am liebsten aber folgen sie auf dem Festlande dem durch

andre größere Bergreihen vorgezeichneten Zuge. In einigen Theilen der Kordilleren und in der Auvergne bilden sie sogar die höchsten Gipfel des Gebirges, sich unmittelbar aus seiner granitischen Unterlage erhebend. Häufiger aber laufen sie den Gebirgszügen nur parallel, oder treten aus den Abhängen neben der Hauptkette hervor und folgen allen ihren Biegungen. Die mehrere hundert Meilen ausgedehnten Vulkanreihen von Java und den Molucken, von Neuholland und Kamtschatka, die Vulkane Guatimalas, Westitaliens und der griechischen Inseln sind sprechende Beispiele. Die Nähe des Meeres scheint aber für die Vulkane keineswegs eine nothwendige Bedingung ihres Bestehens zu sein, wie man lange glaubte. Die Betrachtung der Vulkane Mexico's und des Innern Asiens, des Pe-schan und Ho-tscheu in der Kette des Thian-schan, wenn man chinesischen Nachrichten trauen darf, lassen sie vielmehr als einen Umstand erscheinen, der einen andern Grund haben muß. Bei näherer Betrachtung finden wir nämlich Vulkane nur dann dicht an Meeresküsten, wenn der Gebirgszug, dem sie folgen, sich ebenfalls dem Meere nähert. Hierin scheint auch die Gruppenvertheilung der Vulkane ihre Erklärung zu finden. Vulkanische Kräfte hatten das jetzt trockne Land größtentheils allmählig gehoben, darum schweigt hier ihre Thätigkeit. Sie hatten aber auch die feste Erdrinde zerrissen und aus Spalten feurigflüssige oder zähe Massen emporgedrängt, welche jetzt unsre plutonischen Gebirge bilden. In der Richtung dieser Spal-

ten fand daher die den Vulkan emportreibende Kraft den geringsten Widerstand, darum suchte sie die Nähe der älteren Gebirge als Schauplatz ihrer schöpferischen Thätigkeit. Im Meere und in der Ebene aber fehlten solche Wegweiser den treibenden Dämpfen. Hier, wo die Erdrinde noch nicht von früheren Erhebungen gespalten war, mußte sie erst durch Dämpfe zerrissen werden, und daher stehen in den ebenen oder hügeligen Gegenden die Vulkane vereinzelt und ohne Beziehung zu den nächsten Bergketten. Daß aber auch hier die Vulkane in der Regel Reihen bilden, spricht deutlich für die Annahme ihres Emporsteigens aus linearen Spalten.

Wenn der Drang der unterirdischen Mächte mit furchtbarer Gewalt Theile des Erdbodens domförmig emportreibt, oder die gehobenen Schichten durchbricht und so nach außen neigt, daß sie nach innen mit steilen Felsrändern einen Kessel bilden, so entsteht ein Erhebungskrater. Eine lange gefesselte Kraft war thätig, aber sie hat sich durch die gewaltige Anstrengung erschöpft, die gehobne Masse sinkt wieder zurück und verschließt sogleich die nur für diese eine Kraftäußerung gebildete Oeffnung. Es entsteht kein Vulkan. Aber nicht immer erschöpft sich die hebende Kraft, neue Auftreibungen erfolgen, aus deren Oeffnungen neue Auswurfsstoffe aus der Tiefe emporgeschleudert werden, die sich in der Caldera des Erhebungskraters ansammeln und kegelförmig aufhäufen. So entsteht der Auswurfskrater, durch dessen Mündung das Erdinnere mit der

Atmosphäre communicirt. Bisweilen bleiben die Zeugen des ersten Ausbruchs stehen und umgeben den isolirten Kegelberg mit einem hohen Felsenmantel. Bisweilen ist von diesem Kranze keine Spur mehr sichtbar, und der Vulkan steigt als Kegel oder als langgedehnter Rücken, wie der Pichincha, aus der Hochebene auf. Die Caldera ist dann von den Auswurfsstoffen ausgefüllt, der Unterschied beider Krater verlöscht, und der Erhebungskrater trägt den Auswurfskrater auf seinen Ringwällen. Der Kegel, welcher den Auswurfskrater trägt, ist ein aus losen Schlacken aufgeschütteter Aschenkegel von geringer Festigkeit und beständigem Wechsel in Form und Höhe. Bald erhebt sich das Gebäude mehr und mehr, bald stürzen beträchtliche Stücke zusammen, bald wird die ganze Masse von den Abgründen verschlungen, die sie zuvor bedeckte, und erst durch spätere Ausbrüche wieder aufgebaut. Dieses Schicksal traf den Aschenkegel des Aetna, der mehrere Male vollständig verschwand und einen ungeheuren Schlund ohne Brustwehr mitten auf dem kleinen Plateau, welches die zuerst gebildete Erhebung begrenzt, zurückließ. Am Vesuv scheint sich der obere Theil des Kegels nie verändert zu haben. — Der Krater, welcher stets den Gipfel des Vulkans einnimmt, bietet in seinem Innern oft wider Erwarten nur wenig Interesse für die Beobachtung dar. Doch sind die Veränderungen des Bodens, die größere oder geringere Tiefe des Kraters oft Zeichen des nahen oder fernen Bevorstehens eines Ausbruches. Gewöhnlich sieht man

nur Schwefeldämpfe aus langgedehnten Rissen des Bodens, zwischen den Blöcken eingestürzter Lavamassen oder einer Menge kleiner aufgestiegener Kegel entweichen, die sich oft hoch über die Ränder des Kraters erheben, dann plötzlich wieder zusammenstürzen und verschwinden. Bisweilen beobachtet man Abgründe, die mit beständig entweichenden Dünsten erfüllt sind, und in der Tiefe die glühende Lava sehen lassen, oder in denen dumpfe Stille und tiefes grauenvolles Dunkel herrscht, so daß sie zwar schreckenerregend sind, aber weder zur Phantasie sprechen, noch das geringste Interesse für die Beobachtung in Anspruch zu nehmen vermögen. Als einen wunderbaren, unvergeßlichen Naturanblick schildert aber Alex. v. Humboldt den Blick, den er in die ungeheuren 15000 Fuß tiefen Abgründe des Pichincha warf, der ihm die furchtbaren Geheimnisse dieser von keinem Sonnenstrahl erleuchteten Unterwelt mit ihren Berggipfeln und Feuerströmen in magischer Flammenbeleuchtung enthüllte. In langen Zwischenräumen zwischen den großen Ausbrüchen verschwinden oft die Spuren vulkanischen Ursprungs gänzlich, bisweilen bedecken sich die Wandungen des Kraters mit üppigem Gras und Pflanzenwuchs, wie man noch vom Vesuv vor dem Ausbruch des Jahres 1631 berichtet. Zu andern Zeiten bietet der Krater nur offne Spalten dar, und Schlackenhügel, denen man sich gefahrlos nähern kann, ergötzen den Wanderer in jenen Tiefen durch das Auswerfen feurigglühender Massen, die auf den Rand des Schlackenkegels niederfallen und

deren Erscheinung sich regelmäßig durch kleine Erdstöße vorher ankündigt. Oft ergießt sich Lava aus offnen Spalten und kleinen Schlünden in den Krater selbst, ohne den Kraterrand zu durchbrechen und überzufließen, und selbst, wenn der Durchbruch erfolgt, so fließt die neueröffnete Erdquelle so ruhig und auf so bestimmten Wegen, daß selbst in dieser Ausbruchsepoche das große Kesselthal des Kraters gefahrlos besucht werden kann. Heutigen Tages findet man häufig in Reisebeschreibungen den Krater des Berges Kiraueah auf der Sandwichinsel Hawaii erwähnt. Dieses reizende Paradies der Südsee gewährt durch die Beweise von der furchtbaren Thätigkeit der unterirdischen Mächte einen eigenthümlichen Anblick. Man sieht Lavaströme, welche, über jähe Berggehänge sich herabwälzend, ungeheure Stalaktiten von wunderbarer Schönheit bildeten, riesige Säulen und zu festem Fels erstarrte Feuer-Cascaden. Der seltsamste aller Vulkane, der Kiraueah im Süden der Insel, ist kein Spitzberg, kein Kegel mit abgeschnittnem Gipfel; am Fuße des 15000 F. hohen Feuerberges Mouna Roa erscheint plötzlich, ganz unerwartet am Rande eines furchtbaren Abgrunds sein unermeßlicher Krater. Reisende beschreiben ihn als einen Kessel von mehr als 1000 Fuß Tiefe und acht engl. Meilen Umfang. Auf seinem Boden wälzen sich, den Wogen des Oceans gleich, gewaltige Feuermassen hin und her, die schäumend und aufspritzend sich an einander brechen. Ohne Unterlaß entströmt glühende Lava den vulkanischen Kegeln, die sich aus dem Kra-

terboden erheben, und verbreitet einen hellleuchtenden Schein. Rollendes Tosen und dumpfes Rauschen ertönt aus der Tiefe, bisweilen von furchtbarem Donner unterbrochen. Dichte Dampfwolken entsteigen dem Krater aus zahllosen Klüften. Wir steigen hinab zum Boden; ein seltsames Schauspiel enthüllt sich. Sechs Kessel oder Seen, mit geschmolzener, auf- und niederwallender Lava erfüllt und durch Schlackenmauern umgeben, spritzen ihre rothglühenden Fluthen hoch auf. Einer dieser Seen ist eine Meile lang und eine halbe Meile breit und bietet die ergreifendste Scene. Ein gewaltiger Gluthstrom ergießt sich mit reißender Geschwindigkeit in die Mitte des Sees, wo ein Vorgebirge seinen Lauf beengt. Unaufhörlich wechselt die flüssige Masse Farbe und Bewegung, ein Wink der unterirdischen Mächte läßt sie heller oder düstrer glühen, schwächer oder heftiger wogen. Bald spritzt der Schaum 30—40 Fuß hoch empor, bald strömt die Feuergluth so gleichmäßig und eben, als gewährten ihr die hohen Uferwände Schutz gegen den Wind, und am nördlichen Ufer werden Schlackenstreifen abgesetzt, wie die See Meergras an die Küsten wirft. Furchtbar-prächtig ist das Schauspiel in den Stunden der Nacht, wenn unter donnerndem Krachen ein neuer Gluthquell ausbricht und in wenigen Augenblicken weithin die schwarze Schlackenmasse in ein blendendes Feuermeer verwandelt. Gewaltig sind die Lavaergüsse, die diesen Krater durchbrechen. Im Sommer 1840 brach ein Strom hervor, der in einer Breite von 1 bis 7 Meilen 40

Meilen weit floß, 3 Hügel von 120 bis 250 F. Höhe aufwarf und endlich 2000 Fuß weit in das Meer vordrang.

Die Höhe der Vulkane ist von großem Einfluß auf die Häufigkeit ihrer Ausbrüche, so daß diese bei den niederen weit zahlreicher erfolgen, als bei den höheren. Das ist ganz natürlich; denn angenommen, der Heerd zweier Vulkane, von denen der eine 4mal höher ist als der andere, liege in gleicher Tiefe, so gehört eine größere Kraft dazu, die geschmolzenen Massen zu viermal größerer Höhe zu erheben. Während daher der niedrige Stromboli, dessen Kegel unmittelbar aus dem Meere nur 2175 Fuß aufsteigt, rastlos arbeitet und schon seit den Zeiten homerischer Sagen den Seefahrern des Tyrrhenischen Meeres zum leitenden Feuerzeichen ward, während der 3637 F. hohe Vesuv fast kein Jahr ohne Ausbrüche vergehen läßt, schweigt der 10200 F. hohe Aetna oft lange Jahre und der 17890 F. hohe Bergriese Cotopaxi kann sich oft in Jahrhunderten zu keinem Ausbruche ermannen.

Wenn aber dennoch bisweilen, wie es scheint, gegen alles Gesetz, der höhere Vulkan seine Feuerströme ausgießt, während der niedere Nachbar, mit dessen vulkanischem Heerde er in enger Verbindung steht, unthätig ruht, so müssen wir bedenken, daß in niedrigen Vulkanen jener Verbindungskanal oft auf eine Zeit lang durch Einstürze oder erkaltete Massen verschlossen sein mag, so daß ihre Ausbrüche seltner werden, ohne daß sie darum dem Erlöschen näher sind. Aus ähn-

lichen Gründen ergießt sich die Lava nicht immer aus dem Krater selbst, sondern meist aus Seitenspalten an Stellen, wo die Bergwände den wenigsten Widerstand leisten; und es ereignet sich dann bisweilen, daß dort Auswurfskegel aufsteigen, welche die Richtung der Spalte bezeichnen. Auch die Hornitos des Jorullo sind solche in Gruppen zusammengedrängte Auswurfskegel. —

Die äußerlich sichtbare Entflammung des Vulkans, der Ausbruch, gehört unstreitig zu den großartigsten Schauspielen der Natur, und wiederholt sich doch immer mit denselben Erscheinungen, nur bald mit größerer, bald geringerer Heftigkeit. Im Allgemeinen bestehen diese im Aufsteigen von Rauch, Wasserdampf und Feuersäulen, im Ergusse von Laven und im Auswerfen einer ungeheuren Menge von Asche mit kleinen und größern Steinen gemischt, wozu noch die sie begleitenden oder mit ihnen wechselnden Erdbeben kommen. Schon oft sind solche vulkanische Ausbrüche in Schriften und öffentlichen Blättern in ergreifender und umfassender Weise geschildert worden, so daß ich einer ausführlichen Beschreibung überhoben bin.

Worte sind nicht im Stande, auch nur annähernd den Eindruck hervorzubringen, welchen die unmittelbare Anschauung der Erscheinung selbst verursacht. Darum versuche ich es nur, die einzelnen Züge dieses großartigen Naturgemäldes der Phantasie des Lesers vorzuführen. Ehe der innere Drang seine höchste Spannung erreicht hat, ehe sich die Lippen der Erde öffnen,

verkünden nur schwache Erderschütterungen und häufiger dem Krater entsteigende, sich in bunten Wirbeln kräuselnde Dampf- und Rauchsäulen, in Italien Fumarolen genannt, den Anfang des schauerlich-schönen Schauspiels. Wie ein düstrer Vorhang entzieht eine schwere Gewitterwolke den Schauplatz der furchtbaren Naturgewalten dem Blicke des Zuschauers. Ein Zauberschlag zerreißt den Vorhang. Unter donnerndem Getöse und furchtbaren Erschütterungen des Erdbodens erhebt sich aus dem schlummernden Krater eine riesige Dampfsäule, rings umspielt von wirbelnden, weißen Dunstwölkchen, in der Mitte aber verdunkelt durch dichte Aschenmassen, die sich hoch oben gleich schweren Gewitterwolken ballen, und dem Ganzen das Ansehen einer riesigen Pinie gewähren. Plötzlich brechen Flammen aus dem Schlunde hervor und erleuchten prachtvoll die dunkle Säule; mit donnergleichem Knall steigen glühende Steinmassen raketengleich in die Lüfte, zerplatzen strahlenförmig und fallen in leichten Bogen prasselnd, in Funken zerstiebend, auf die Kraterwände nieder. Aufs Neue erdröhnt der erschütterte Boden, Donner folgt auf Donner, prasselnd steigen neue Feuerklumpen auf; es erhebt sich im Innern des Kraters die glühende Lavamasse. Schon schwillt sie zum Rande des Kraters heran, schon schlängeln sich Flammenbäche an den Wänden des Kegels herab, da plötzlich berstet unter dem gewaltigen Drucke mit furchtbarem Krachen die Kraterwand, und hoch auf sprudelnd ergießt sich der verheerende Strom in die blühende Ebene. Das

Ende des Unheils ist gekommen, in dunkle Nacht verhüllt eine neu aufwirbelnde Aschensäule die grause Zerstörung, und Dörfer und Städte begräbt auf ewig das fallende Laub der furchtbaren Pinie unter seiner düstern Trauerdecke.

Wir wollen jetzt den Ausbruch in seinen Einzelheiten, besonders in Hinsicht auf seine vulkanischen Produkte betrachten. Den Mittelpunkt dieser prachtvollen Erscheinung bildet jedenfalls die hohe Feuersäule, welche der pinienförmigen Ausbreitung der Aschenwolke gleichsam als Stamm dient. Woher rührt die räthselhafte Flammenbeleuchtung dieser selbst von Sturmwinden nicht bewegten Feuergarbe? Ist es ein bloßer Lichtschein, oder sind es wirklich Flammen brennender Massen? Einst herrschte ganz allgemein das Vorurtheil die vulkanischen Ausbrüche seien nur großartige Feuersbrünste, genährt, wie das Feuer auf unsern Heerden, wie die Erdbrände unserer Steinkohlenflötze durch unterirdische Brennstoffe. Bald war es Erdpech, bald Schwefelkies, bald ein feuchtes Gemenge von fein zertheiltem Schwefel und Eisen, das man ja künstlich zu ähnlichen Erscheinungen bringen konnte, bald phosphorhaltige Massen, bald die leicht entzündlichen Metalle der Alkalien und Erden, welche man durch Selbstentzündung oder durch den elektrischen Funken entflammt, als die Ursachen der vulkanischen Erscheinungen bezeichnete. Humphry Davy war der Letzte, der in geistreicher Weise solche Hypothesen aufstellte, aber er selbst entsagte schon seiner kühnen Dichtung, da er erkannte,

daß die große Dichtigkeit der Erde eine Masse so leichter Körper, wie die der alkalischen Metalle, im Innern nicht zulasse. Man suchte daher eine andre Erklärung, und glaubte nun den Brennstoff in dem Wasserstoffgase zu finden, welches aus dem Wasserdampfe entwickelt werde, welcher den Ausbruchserscheinungen vorangeht oder sie begleitet, und welcher, wenn er durch die feuerflüssigen Massen der Lava hindurchgeht, augenblicklich wie das Wasser im glühenden Flintenlauf, zersetzt werde. Pfeilschnell steige dann das freigewordene Wasserstoffgas in die höhern Regionen empor, und da es die zur Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft erforderliche Wärme noch mit sich führe, bringe es die Flamme der Feuersäule hervor.

Selbst Leop. v. Bach stimmt dieser Hypothese bei, wonach sich nicht im Innern des Vulkans, sondern erst beim Ausbruch des Wasserstoffs in die Atmosphäre die Flamme entwickle. Als Beweis dafür führt er die furchtbaren Detonationen an, wenn plötzlich der selbst durch die flüssige Lava entweichende Stoff sich vom Sauerstoff der Atmosphäre auf allen Seiten umgeben sieht, den stets erneuerten Donner, wenn die Gewalt der abfließenden Lava auf Augenblicke den aufsteigenden Gasstrom gehemmt hat, den Knall endlich, der jedes Aufsteigen großer Flammen begleitet. Selbst bis in die finstern Höhlungen sucht der Sauerstoff seinen Gegner auf, seine mächtige Kraft sprengt sie, und fürchterlich hört man dann den Donner durch das Innere des Berges wiederhallen. Freilich soll nur bei sehr gewalt-

samen Ausbrüchen der Wasserstoff sich ausscheiden, während die bei minderer Erhitzung erfolgenden Exhalationen nur in Dampf verwandeltes Wasser, kein zersetztes liefern. Untersuchungen haben noch kein freies Wasserstoffgas gezeigt. Wenn sich aber Wasserstoff bei dem Ausbruch der Lava entwickelt, wie groß muß seine Masse sein, wenn ein Lavastrom wie in Island viele Quadratmeilen Landes mehrere hundert Fuß hoch bedeckt? Und wo bleibt dann der andre Theil der atmosphärischen Luft, der Stickstoff, der ja doch auch frei würde, wenn man ein solches Ein- und Ausathmen des Erdkörpers annehmen wollte? Gewiß kann eine so allgemein und tiefwirkende, in so weite Fernen sich fortpflanzende Thätigkeit wie die der Vulkane nicht in der chemischen Verwandtschaft so beschränkter örtlicher Stoffe ihren Urquell haben. Auch dürfen wir in jener flammenden Feuersäule nicht blos glühende Steine und Sand erblicken, in so dichter Menge gedrängt, daß sie wie Flammen leuchten. Denn unbegreiflich wäre es, wie jene glühenden Auswürflinge der Vulkane, die nach dem Auswurfe so schnell erkalten, und wenn sie auch nur einen kleinen Bogen in ihrem Falle beschrieben haben, doch schwarz und nicht glühend zu Boden sinken, bis in eine Höhe von mehrere Tausend Fuß eine solche Lichtstärke behalten sollten, daß sie der vorurtheilsfreie Beobachter mit einer Flamme vergleichen könnte. Die einzige Erklärung, welche uns noch übrig bleibt, möchte sich vielleicht ergeben, wenn wir in jener ungebeugt dem stärksten Sturmwind trotzenden Feuersäule nur den

Wiederschein der im Krater sich hebenden glühenden Lava erblicken. Damit stimmt auch die Beobachtung überein, daß sich die Flammen oft ganz in den umhüllenden Dunstmassen verlieren, und nur die gewölbten Ränder ihrer Wirbel noch mit glühendem Saume gemalt werden. Jede platzende Dampfblase schleudert die verschlackte Lavadecke in die Luft und entblößt so die lebhaft glühende Oberfläche, deren rothes Licht auf den Dampfwolken und der emporgeschleuderten Schlackengarbe widerstrahlt. Rohe Anschauung nur konnte lodernde Flammen aus dem Vulkan emporschießen sehen, wissenschaftliche Beobachter sahen sie nicht. Freilich hat man zwischen den Ausbrüchen selbst auf dem Vesuv, wie auf dem Aetna, theils in dem Krater selbst, theils auf den seitlichen Abhängen des Aschenkegels kleine Flammen mit zischendem Geräusch aus Spalten hervorbrechen sehen, welche aus brennendem Schwefelwasserstoff oder Kohlenwasserstoffgase bestanden. Jedenfalls sind indeß, wenn auch bei den größern Ausbrüchen solche brennbare Gase ins Spiel kommen sollten, dieselben doch in zu unbedeutender Menge vorhanden, als daß man aus ihnen die Feuergarbe ableiten könnte, welche sich aus dem Krater des Berges zu erheben scheint.

Wenn aber auch jene Lichterscheinung vorzugsweise auf den Reflex der glühenden Massen gegründet ist, welche durch die Explosion der Wasserdämpfe entblößt werden, so ist doch jene geballte Dampfwolke der Sitz noch ganz andrer Lichterscheinungen, die nur einer

bedeutenden elektrischen und chemischen Thätigkeit zuzuschreiben sind. In jener vulkanischen Wolke zeigen sich die elektrischen Phänomene in ebenso großartigem Maaßstabe entwickelt, wie in den Gewitterwolken, und darum nennt sie Humboldt vulkanische Gewitter. Beständige Blitze und immer rollender Donner sind von dem heftigsten Gewitterregen begleitet, welcher wolkenbruchartig herabstürzt und oft weit bedeutenderen Schaden in der Umgebung der Vulkane anrichtet, als die von dem Berge ausgespieenen Aschen- und Schlackenmassen. Selbst die den Gewittern eigenthümlichen Hagelschauer bleiben nicht aus; Hagelkörner begleiten oft den Aschenregen, deren Kern von kleinen Steinen gebildet wird. An den Abhängen der meisten Vulkane zeigen sich tiefe Rinnen und Gräben, welche von diesen verheerenden Gewitterregen eingerissen wurden, und viele sogenannte Ausbrüche von Schlamm und Wasser sind nur so zu erklären, daß der Gewitterregen lose Asche, Schlacken und Gerölle wegschwemmte und in das bewohnte Land hinabriß. Die Erklärung liegt nahe. Jetzt wissen wir, daß der einer Dampfmaschine entströmende Wasserdampf ungemein große elektrische Funken erzeugen kann, daß er eine der stärksten Elektricitätsquellen und darum oft die Ursache des Zerspringens der Dampfkessel ist. So geschieht es auch bei jenem heißen Wasserdampfe, welcher während des Ausbruchs aus dem Krater aufsteigt, und beim Erkalten ein Gewölk bildet, von dem die riesige Aschen- und Feuersäule umgeben ist. Die plötzliche Verdichtung dieser Dämpfe,

die Bildung einer ungeheuren Wolke erhöhen die elektrische Spannung bis zur Entladung. So wirken auch hier die kosmischen Kräfte im Verein: Wärme, Licht und Elektricität, sie alle tragen dazu bei, die grauenhafte Pracht dieses Schauspiels zu steigern.

Jene Schlammströme, die ich erwähnte, sind aber nicht immer Erzeugnisse der Gewitterregen. Auf jenen hohen, mit ewigem Schnee bedeckten Vulkanen der Anden oder den eisigen Feuerbergen Islands schmilzt oft der Schnee durch die innere Wärme schon vor dem Ausbruche, und so gesellt sich zur Feuersnoth noch die durch Wasser. Nicht bloß Erdbeben, auch Fluthen des geschmolznen Eises und Schnees kündigen den Ausbruch der isländischen Vulkane, des Oeraefa Joekul, des Catlaggia, des Hekla und Krabla an. Eismassen selbst senken sich herab, ehe der Auswurf von glühender Asche und Steinen den Himmel Tage lang verdunkelt. Gegen die Auswurfsmasse wissen sich die Menschen noch zu schützen; aber gegen das siedende Wasser ist kein Schutz zu finden, gar Mancher wird überrascht und im eigentlichen Sinne gesotten. Eine 4 Meilen breite Fluth, welche mächtige Eisblöcke und darin sitzende Felsstücke fortwälzt, bedeckt oft das Land vom Berge bis zum Meere hin. In den Anden werden aber diese furchtbaren Ueberschwemmungen des plötzlich geschmolznen Schnees noch Veranlassung zu einer ganz eigenthümlichen Erscheinung, indem ihr Wasser ununterbrochen durch die Spalten des Trachytgesteins durchsickert und Höhlungen, die sich an den

Abhängen der Feuerberge befinden, allmählig in unterirdische Wasserbehälter verwandelt, welche mit den Alpenbächen des Hochlandes von Quito vielfach communiciren. Durch mächtige Erdstöße, welche stets vor den Ausbrüchen die ganze Masse des Vulkans erschüttern, werden jene unterirdischen Gewölbe geöffnet und es entstürzen ihnen gleichzeitig Wasser, tuffartiger Schlamm und Fische, Prennadillas oder Pimeloden genannt, die das Dunkel jener Höhlen bewohnen. Meilenweit werden oft die Felder von diesen Schlamm- und Fischauswürfen bedeckt, welche ringsum Unfruchtbarkeit und Krankheiten verbreiten. Am berüchtigtsten sind durch diese Erscheinungen die Vulkane Imbaburu und Carguairazo, dessen Gipfel im J. 1698 zusammenstürzte.

Nöthigt uns nun die neuere Wissenschaft, den Urquell aller vulkanischen Erscheinungen in einer allgemeinern Kraft, in der innern Wärme zu suchen, welche unsre Erde schon ihrer Bildung im Weltraume durch Zusammenballen und Verdichten dunstförmiger Stoffe verdankt, so sind wir wohl auch berechtigt, gleichsam vermöge einer phantastischen Ahnung, die Vulkane als unregelmäßige Quellen zu betrachten, welchen eine flüssige Masse von Erden und Metallen sanft und still entfließt, wenn sie durch den mächtigen Druck der Dämpfe an die Oberfläche gehoben werden. Aber was sind nun das für Stoffe, die aus diesen Quellen hervorströmen? Wir wollen sie einzeln näher betrachten. Im Allgemeinen sehen wir aus dem vulkanischen Bo-

den emporsteigen: Luftarten oder Rauch, Asche und Steine, und endlich glühend flüssige Lava.

Am auffallendsten erscheint uns wohl die oft zu einer Höhe von 10—12000 Fuß emporgeschleuderte Rauch- und Dampfsäule, deren wesentlichster Theil der Wasserdampf ist, der allen Ausbrüchen vorangeht, vielen Vulkanen aber auch beständig im Zustande der Ruhe entströmt. Wahrscheinlich ist das Wasser, welches diese Dämpfe liefert, zum großen Theil atmosphärischen Ursprungs, wie das der Quellen, anderntheils aber auch Meereswasser. Die frühere Annahme jedoch, daß es nur Meerwasser sei, welches einen Zugang zu dem vulkanischen Heerde gefunden habe, wird durch diejenigen thätigen Vulkane widerlegt, welche vom Meere entfernt, im Innern Asiens sogar 200 Meilen von jeder Küste, liegen, so daß das Meerwasser unmöglich zu ihnen gelangen kann. So lange der vulkanische Rauch eine weißliche Farbe besitzt, ist er reiner Wasserdampf, wie er bei niederer Erhitzung und im Zustande schlummernder Thätigkeit der Vulkane ausgehaucht wird. Bei größeren Hitzegraden dagegen, wo selbst festere Stoffe in Dampf verwandelt werden, enthalten die Wasserdämpfe auch andre Gase, Wasserstoff, Kohlensäure, mit Schwefel- und Salzsäure gemischt, und Schwefeldämpfe, welche sich aber leicht und schnell durch ihren eigenthümlichen Geruch und durch ihre erstickenden und zerstörenden Einflüsse auf die Vegetation verrathen. Diese Exhalationen von Dämpfen oder Luftquellen zeigen auch ihre verändernden

Einwirkungen auf die Erdoberfläche, indem sie Gesteine zersetzen und entfärben. — Wo schweflige und schwefelsaure Dämpfe ausströmen, da geht der Krater vom Vulkan in den Zustand einer Solfatara über. Berühmt ist als solche die von Pozzuoli am Vesuv, mit dessen vulkanischem Heerde sie in naher Verbindung steht; denn so oft der Vesuv in Thätigkeit ist, ruht jene Solfatara, und ein niedersteigender Luftstrom zieht durch ihren Schlund hinab; ruht dagegen der Vulkan, so haucht die Solfatara Rauch und Dämpfe aus. Jeder Vulkan hat eigentlich seine Solfatara bald ferner, bald näher, oft sind sie in den Kratern schlummernder Vulkane selbst entstanden, wie auf dem Vulkano, am Jorullo und Pichincha. Auch haben sie wohl Ausbrüche, aber nie Lavaergüsse. — Wenn die schwefelhaltigen Dämpfe in die Luft ausströmen und erkalten, so verdichtet sich der Schwefel und überzieht pulverförmig die Ränder von Spalten und Rissen, oder füllt sie aus und bildet unermeßlich reiche Schwefelgänge. Die schwefelsauren Dämpfe sind aber wohl auch die erzeugenden Ursachen andrer Stoffe, sie verwandeln den Kalk in Gyps und Alabaster, die Thonerde in Alaunstein. — Seltner als schweflige Dämpfe sind die salzsauren, die sich durch schneeweiße Farbe und stechenden Geruch kenntlich machen. Auch sie verwandeln ihre Umgebung, erzeugen Kochsalz und Salmiak oft in ungeheuren Mengen. Am Vesuv wird das vulkanische Salz eine Quelle des Erwerbs für die ärmere Volksklasse, und bei den Ausbrüchen des

Hekla in Island wurden ganze Wagen desselben fortgeführt. Der Salmiak wird außer vom Vesuv in unermeßlicher Menge von den Vulkanen im Innern Asiens producirt, über deren Kratern man eigne Hütten zur Abkühlung der Dämpfe erbaut hat. — Die letzte Spur der Lebensthätigkeit eines sterbenden Vulkans ist das Aushauchen von Kohlensäure. Sie entströmt oft noch Orten, die vor vielen Jahrtausenden der Schauplatz vulkanischer Thätigkeit waren, auch in Deutschland, im westlichen Böhmen, in den tief eingeschnittnen Thälern der Eifel, im Kesselthale bei Wehr und am Laachersee. In Italien sind diese Ausströmungen kohlensauren Gases besonders häufig und man nennt dort solche Oerter Mofeten, wegen ihres verderblichen Einflusses auf den thierischen und menschlichen Organismus. Wochen, oft Monate lang nach den Ausbrüchen des Vesuv erscheinen die Mofeten im ganzen Umkreis desselben, auf Feldern, in Gärten und Weinbergen, vorzüglich aber in Kellern steigen diese feindlichen Luftquellen auf; und wenn letztere längere Zeit verschlossen waren, so ist die Menge von Kohlensäure oft so groß, daß eintretende Personen vor Betäubung sofort bewußtlos niederstürzen. Am berühmtesten ist die Hundsgrotte bei Neapel, am berüchtigtsten aber und selbst den Eingebornen ein Gegenstand des Grauens ist das Gift- oder Todesthal auf Java, eine längliche Schlucht von 1/2 Meile im Umfang und einigen 30 Fuß Tiefe, völlig eben, ohne alle Vegetation am Boden, überall mit Skeletten von Menschen,

Tigern, wilden Thieren und Vögeln aller Art bedeckt, alle so weiß wie Elfenbein gebleicht. Merkwürdiger Weise zeigt der Boden dieses Thales, der aus einer harten sandigen Substanz besteht, nirgends aus der Entfernung wahrnehmbare Risse oder Spalten, denen die verderblichen kohlensauren und schwefligsauren Dämpfe entweichen könnten. Solche Oerter sind die Brandstätten der Vorwelt, die uns noch die letzten Regungen vulkanischer Thätigkeit offenbaren. Ihnen entquellen unerschöpfliche Mengen von Gasen, und doch erleidet die Atmosphäre, in die sie übergehen, keine Veränderung. Freilich mögen einst bei höherer Erdwärme mächtigere Processe gewirkt haben, und dann ist wohl auch die Atmosphäre reicher an Wasserdampf und Kohlensäure gewesen. Sind aber diese Gase, wie wir wissen, die Nahrungsstoffe der Pflanzenwelt, so konnte wohl auch in jener immer warmen, immer feuchten, mit Kohlensäure übersättigten Lufthülle jene junge Pflanzenwelt zu einer so üppigen Fülle und Entwicklung ihrer Organe gelangen, daß noch ihre Ueberreste die unerschöpflichen Lager der Steinkohlen bilden konnten. In England, Frankreich, Belgien, am Niederrhein und in Oberschlesien sind jene reichen Schätze aufgespeichert, die noch heut den Wohlstand der Völker begründen. In jener Urzeit allgemein verbreiteter vulkanischer Thätigkeit entquollen auch wohl dem Schooße der Erde jene ungeheuren Mengen von Kohlensäure, welche die mächtigen Kalkgebirge in sich aufnahmen. So zehrten die Gebirgs-

massen und die Vegetation der Vorwelt im Verein an der Kohlensäuremenge des Luftkreises und reinigten ihn so, daß nur der geringe Gehalt übrig blieb, welcher der jetzigen Organisation der Thierwelt unschädlich ist. —

Es giebt noch eine Gasart, welche bisweilen aus der Erde aufsteigt, das Wasserstoffgas. Man nennt solche Orte Gasvulkane, weil oft mehrere Fuß hohe Flammen aus ihnen hervorbrechen. Wir kennen dergleichen in Italien bei Pietra mala, in Frankreich unweit Grenoble, in Ungarn bei Klein-Saros, am meisten aber und seit den ältesten Zeiten bekannt sind die ewigen Feuer auf der Halbinsel Abscheron bei Baku. Dort ist das brennbare Gas so reichhaltig vorhanden, daß es aus jedem in die Erde gemachten Loche hervorquillt, am häufigsten aber aus einem dürren steinigen Kalkboden aufsteigt, wo einst ein alter Tempel stand, der von 12 Priestern der feueranbetenden Parsen bedient ward. 2 Q. M. beträgt die Strecke, welche das Wasserstoffgas aushaucht und auch durch ihren Reichthum an Naphtha und Bergöl die Spuren früherer und anscheinend noch fortdauernder vulkanischer Thätigkeit zu erkennen giebt. Aehnliche Gasvulkane findet man in Kurdistan, Bengalen, am Eriesee bei Newyork, wo man das Gas sammelt und zur Gasbeleuchtung benutzt, und in China, wo es artesische Brunnen sind, Feuerbrunnen, wie man sie nennt, die man oft 3000 Fuß tief in die Salzwerke eintreibt, um das aufsteigende brennende Gas zum

Heizen der Salzpfannen zu benutzen, nachdem man es durch Fackeln entzündet hat. — Räthselhafter noch als diese Feuer sind diejenigen, welche man zuweilen in Ungarn, Cumana, besonders aber auf der schon genannten Halbinsel Abscheron und am Ostabhange des Kaukasus beobachtet; und es ist noch gar nicht ausgemacht, ob man auch sie zu den vulkanischen Erscheinungen zählen darf. Nach warmem Regen, bei schwüler Luft stehen zuweilen die Felder bei Baku in vollen Flammen, bald scheint es, als rolle das Feuer in großen Massen vom Berge herab, bald steht es unbewegt. Dennoch zündet und versengt dies Feuer kein Gras, es wärmt nicht einmal, und doch sieht man es deutlich, unterscheidet seinen bläulichen Schein. Bei trocknem Ostwinde kennt man dies Phänomen nicht. In dunklen und warmen Nächten erhellt es die Ebnen, aus denen die Bergspitzen dunkel emporragen, in hellen Nächten verschwindet das Feuer in der Ebne und erleuchtet die Bergspitzen des Kaukasus, vor allem den Sughduku, den Berg des Paradieses. Die Thiere der Karavanen fliehen erschreckt vor diesem unheimlichen Feuer, die Menschen sinken in Bewunderung und Anbetung nieder vor dieser heiligen Pracht der Natur. —

In einigen Vulkanen sind in dem Wasserdampfe so reichliche Mengen von Salz- und Schwefelsäure enthalten, daß er dadurch förmlich ätzend und zerstörend auf die Gesteine wirkt. Dann werden oft ungeheure Massen dieser zersetzten Gesteine in Gestalt von Schlammströmen ausgeworfen. Man nennt solche

Vulkane Schlammvulkane oder Salsen, weil das Wasser gewöhnlich Kochsalz enthält.

Ueberhaupt ist ihre Natur eine so verschiedenartige, und sie sind mit so vielen Erscheinungen verwandt oder verbunden, daß eine allgemeine Beschreibung nicht möglich wird. Die bekanntesten Salsen sind die Sililiens und Italiens. Hier steigen aus kleinen Schlammkegeln oder Schlammteichen von Zeit zu Zeit Gasblasen von Kohlenwasserstoffgas oder Naphthadämpfen auf, welche an der Oberfläche zerplatzen und den Schlamm in die Höhe werfen. Nur selten wird dieser ruhige Gang durch stärkere Ausbrüche bei vermehrter Gasentwicklung unterbrochen, die von Erdbeben und unterirdischem Donner angekündigt, von furchtbarem Krachen begleitet, gewaltige Schlamm- und Steinmassen emporwerfen und den Boden mehrere Fuß hoch weit umher bedecken. Die größte Salse auf Sicilien ist die von Macaluba nördlich von Girgenti, ein flach gewölbtes Plateau von 100 Schritt ins Gevierte. Schon hier zeigt sich die Verwandtschaft der Salsen mit den Naphthaquellen unverkennbar. Nicht allein, daß das salzige Wasser der Macaluba zugleich Bitumen mit sich führt, so fließt auch in der Nähe von Girgenti seit ältester Zeit eine Naphthaquelle. Wichtiger noch erscheinen die Salsen von Toscana und Modena. Die Salse von Sassuolo bei Canossa, berühmt durch ihren gewaltigen Ausbruch im J. 1790, bei welchem Kalkblöcke von mehr als 30 Kubikzoll 20 Fuß weit geschleudert wurden, hat den Boden in

einem Umfange von $^1/_4$ deutscher Meile viele Fuß hoch mit Schlamm bedeckt. Die Salse von Maina zwischen Parma und Bologna zeichnet sich durch ihre vulkanische Kegelform aus. Die Lagoni oder Fumacchi in Toskana endlich verdienen als Quellen des Reichthums besondre Aufmerksamkeit. Hier entsteigen dem Boden aus zahlreichen Sümpfen und Schlammseen heiße Dämpfe, welche Schwefelwasserstoff, Naphtha, vorzugsweise aber Boraxsäure enthalten. Einst war diese Gegend der Gegenstand des Schreckens und Grauens. Emporsteigende Dampfsäulen erschreckten schon aus der Ferne, und die Annäherung steigerte das Ergreifende des Anblicks. Das geheimnißvolle Brausen unter den Füßen, die von Schwefeldämpfen erfüllte Atmosphäre, das brennendheiße, von jeder Vegetation, jedem Leben geflohne Erdreich, das Sprudeln des siedenden Wassers, der zitternde Boden, Alles das erfüllte den Beschauer mit unheimlichem Grauen. Die düstre Phantasie und der Aberglaube der Vorzeit wähnten hier die schreckliche Höllenpforte zu finden. Der Gewerbfleiß der Gegenwart fand darin die Quelle des Gewinns. Man leitete Wasser herbei und legte künstliche Lagunen an, man benutzte die aufsteigenden heißen Dämpfe zum Sieden und Verdichten des boraxsäurereichen Wassers und zieht aus der so gewonnenen Boraxsäure einen jährlichen Gewinn von fast 1 Million Franken.

Verschieden von diesen Salsen durch die ausgestoßenen Gasarten, aber ganz ähnlich in den äußeren

Erscheinungen und wohl auch im Ursprunge sind die Vulcanitos von Turbaco in Neu-Granada. Auch hier zeigen sich auf einem von aller Vegetation entblößten Boden, mitten im Walde zahlreiche flache Schlammkegel, aus deren Kratern periodisch und von dumpfem Getöse begleitet Luftblasen so heftig aufsteigen, daß sie das Wasser emporschleudern. Das Gas aber, dessen täglich mehr als 3000 Kubikfuß aufsteigen, ist reines Stickgas. Die meisten Schlammvulkane stehen in Verbindung mit brennenden Gasvulkanen oder Naphthaquellen, wie es schon die Nachbarschaft der letzteren bei der Salse von Macaluba, der Naphthagehalt ihrer Dämpfe und die Feuer des Appenin bei Pietramala und Barigazzo in der Nähe der modenesischen und toskanischen Salsen verrathen. Deutlicher tritt diese Verwandtschaft auf der durch ihre Asphaltlagunen berühmten Insel Trinidad hervor. Auch hier erheben sich auf dem Gipfel eines Thonhügels Schlammkegel, denen Schwefelwasserstoffgas und alaunartiger Schlamm entquillt.

Die Heimath eigentlicher und großartiger Schlammvulkane sind die Halbinseln Kertsch und Taman am Asowschen Meere, die Halbinsel Abscheron am Kaspischen See und die Insel Java. Nur diesen Vulkanen kommen Flammenerscheinungen zu, wie man sie bei Ausbrüchen andrer Salsen bemerkt haben will. Ihre Ausbrüche gleichen denen der Feuerberge. Tagelang anhaltendes Getöse, meilenweite Erderschütterungen verkündigten in den Jahren 1835 und 1839 die Thätig-

keit der Vulkane von Taman und Baku. Schwarze Erde wurde ausgeworfen und bedeckte weithin die Umgebung 30 bis 40 Fuß hoch, Flammen stiegen auf, und dicker schwarzer Rauch bildete bei Erhebung der Salse von Jokmali bei Baklichli im J. 1839 eine hohe Säule; lavaähnliche Massen ergossen sich, und der Boden zerriß in zahllose Spalten. Die mächtigen Asphaltlager, die Naphthaquellen und heiligen Feuer auf der ganzen Linie des Kaukasus, deren Endpunkte Taman und Baku bezeichnen, deuten offenbar genug auf eine allgemeine unterirdische Thätigkeit hin, welcher alle diese Erscheinungen ihren Ursprung verdanken. Java, das Paradies Indiens, das Land tropischer Gluth und Farbenpracht, ist zugleich der grauenvolle Heerd des unterirdischen Feuergottes, der aus mehr als 100 Schlünden seine verheerenden Ströme ergießt. Die ganze Naturgeschichte der Vulkane läßt sich auf dieser Insel studiren. Hier giebt es erloschne Krater, andre, die auf Rauch- und Dampfausströmungen beschränkt blieben oder zu Solfataren wurden, solche, die in ihrem Schooße große Seen von Schwefelsäure haben, wie der Taschem oder Idienne mit seinem 1200 Fuß langen See, andre, welche in großartiger Weise Schwefelwasserstoff und schwefligsaures Gas oder Schwefeldämpfe entwickeln, ferner Naphtha- und Erdölquellen, Thermen und Salsen in großer Menge. Endlich aber giebt es hier Vulkane, die bis zur neuesten Zeit thätig blieben. Unter diesen verdienen die meiste Aufmerksamkeit diejenigen, deren lose

und lockere Auswurfsmassen von ungeheuren, theils heißen und sauren Wassermengen begleitet sind, so daß sie in Gestalt von Schlammströmen ergossen werden. Die gefürchtetsten dieser Schlammvulkane sind der Gédé südlich von Batavia und der Galung=Gung im Bezirk von Sumadang. Der erstere hatte seinen letzten verheerenden Ausbruch im Jahre 1761, der letztere im J. 1822. Bis zu diesem Jahre war jede Kunde von der vulkanischen Thätigkeit des Galung=Gung erloschen, seine Abhänge waren reich bebaut und bevölkert. Im Sommer dieses Jahres wurden die Gewässer des benachbarten Flusses Chi=kumir trübe, sauerschmeckend und setzten Schwefel ab. Am 8. Oktober begann unerwartet bei heiterem Himmel der furchtbare Ausbruch. In wenigen Minuten war die ganze Natur in Aufruhr. Eine schwarze Wolke hüllte den Gipfel des Vulkans und die benachbarten Thäler in nächtliches Dunkel, krachender Donner und die heftigsten Pulverexplosionen übertäubendes Knallen ertönte, der Erdboden erbebte, ein brausender Sturmwind erhob sich und riß Bäume und Häuser hinweg, Flammen brachen hervor und beleuchteten das gräßliche Schauspiel. Jetzt begann der Berg siedendes schwefligsaures Wasser und Schlamm auszuwerfen. Die Flüsse wurden erhitzt, traten, von Schlamm und Schlacken erfüllt, über ihre Ufer und versperrten den fliehenden Bewohnern den Weg. Drei Flüsse waren mit Leichen verbrannter und gesottner Menschen und Thiere bedeckt. Auf ganz Java vernahm man das

Getöse dieses furchtbaren Ausbruchs. In einem Umkreis von 20 geogr. Meilen fiel vulkanische Asche, und in nicht geringer Entfernung wurden die Felder mit Schlamm bedeckt. Am 12. Oktober folgte eine noch heftigere Eruption. Ein blühendes Land war zur Wüste umgewandelt. Ueber zweitausend Menschen hatten in einer Landschaft den Tod gefunden. Wälder, Felsen und ganze Hügel waren von den Schlammströmen hinweggerissen, neue Berge an ihrer Stelle gebildet.

So steigert sich dieselbe vulkanische Kraft, die in dem friedlichen Spiel der Lagoni dem gewinnsüchtigen Bewohner ein Segen wird, zum verheerenden Dämon, dessen Zorn ein unwissendes und furchtsames Volk durch Gebete und Opfer zu besänftigen sucht. Wir sehen das Bild einer ununterbrochen wirkenden schwächeren oder stärkeren Thätigkeit des Erdinnern, dessen eingeschlossne Wasserdünste und saure Gase die Gesteinmassen zersetzen, in Schlamm verwandeln und, jenachdem sie Widerstand finden, in aufsteigenden Blasen den Schlamm emporsprühen oder, die Felsendecke sprengend, reißende Feuer- und Wasserströme in die Ebenen senden. Auch die gewaltigen Asphaltlager im Grunde des Todten Meeres und auf der Insel Trinidad, die reichen Naphtha- und Erdölquellen im Thale des Irawadi, auf der Insel Tschelekin im Kaspischen Meere, bei Baku, bei Kerkuk in Kurdistan, bei Amiano und Monte Zibio im Modenesischen, deren viele seit undenklichen Zeiten so reichlich fließen, daß die des

Irawadi eine jährliche Ausbeute von 8 Mill. Centner Naphtha, die von Baku über 8 Millionen Pfund Erdöl liefern, sind ohne Zweifel nur Destillationsprodukte derselben unterirdischen Thätigkeit. Viele Thermen und Dampfquellen können gleichfalls nicht von der allgemeinen Erscheinung der Salsen getrennt werden. Die Wasserdampfentwicklung in den Kratern, die Fumarolen, die als weiße Nebel aus allen Spalten ihres Bodens und ihrer Wandungen aufsteigen, um sich über dem Vulkan zu einer Wolkensäule zu vereinigen, deuten schon auf die vulkanische Wassererzeugung hin. Die salsenähnlichen Dampfquellen in der Nähe der Thermen von S. Filippo, die natürlichen Dampfbäder auf Ischia, bei Baja und Sciacca machen diese Verwandtschaft unzweifelhaft. Die Art der Gase, welche mit dem Wasserdampfe ausströmen, ist von lokalen Ursachen, von den Erdschichten besonders abhängig, welche die Dämpfe durchströmen. Bald sind es Kohlensäure, bald Schwefelwasserstoff, bald schweflige Säure und selbst Salzsäure. Durchdringen säurereiche Dämpfe leicht zersetzbare Gesteinschichten, so bilden sie Schlamm und geben wahren Schlammvulkanen ihren Ursprung; strömen aber säurearme Dämpfe durch Gesteine, welche jeder Zersetzung widerstehen, so erscheinen Thermen und Dampfquellen. Allerdings giebt es heiße Quellen, die eine allgemeinere Ursache haben und daher von den kalten Quellen nicht getrennt werden dürfen.

Wenn jene gas- und dampfförmigen Auswürf-

Unge als die Erzeugnisse einer schlummernden oder hinsterbenden, wenigstens einer schwachen, wenn gleich ununterbrochnen vulkanischen Thätigkeit gelten konnten, so legt der Vulkan in der Zeit seines kräftigen Lebens massenhaftere Beweise seiner Kraft in den Stein- und Aschenregen ab. Unter allen festen Auswurfsstoffen nimmt aber an Menge und Häufigkeit die Asche den ersten Rang ein. Sie erscheint am Ende der großartigen Katastrophen, wenn Alles wieder in den gewohnten Zustand scheinbarer Ruhe zurückkehrt, in Gestalt düstrer Wolken, welche die Spitzen der Vulkane umlagern und sich unheilverkündend über weite Landstrecken ausbreiten. Eine feine und leichte, dunkelgraue oder schwarze, selten ins Weißliche spielende Asche begräbt oft meilenweit blühende Landschaften und verdunkelt durch ihre unglaubliche Menge oft Tagelang nahe und ferne Gegenden. In Resina am Vesuv muß man oft während eines Aschenregens zu Mittag die Laternen anzünden, und im Jahre **1794** war selbst bis Tarent hin die Luft so von Asche erfüllt, daß Tag und Nacht sich nicht schieden. Bei dem furchtbaren Ausbruche des Tomboro auf Sumbava im J. 1815 trat in ungefähr **50** Meilen Entfernung zu Macassar auf Celebes eine solche Dunkelheit ein, daß man am Ufer die Schiffe nicht mehr erkennen konnte, und nach wenigen Stunden verdrängte vollkommne Finsterniß das Tageslicht. Auf Java und Madura herrschte tiefe Nacht, selbst bis Sumatra, in eine Entfernung, der zwischen Hamburg und dem

Aetna gleich, führten Ostwinde die schwarzen Aschenwolken. Schiffe wurden 100 Seemeilen von Sumbava in völlige Dunkelheit gehüllt und Fußhoch mit Asche bedeckt. Das Meer glich in der Nähe der Insel einer Sandbank, schwimmende Bimssteine und Asche, zerrissne und halbverbrannte Baumstämme und Holzblöcke bildeten eine undurchdringliche Decke. In wie große Entfernungen vulkanische Asche durch Winde geführt wird, davon liefern auch andre Vulkane Beweise. Bei dem furchtbaren Ausbruche des Vulkans von Cosiguina in Guatemala zu Anfange des Jahres 1835 wurde die Dunkelheit und Schrecken verbreitende Aschenwolke trotz des herrschenden Passatwindes von oberen Luftströmen 200 deutsche Meilen weit bis Kingston auf Jamaika getragen. Auch der Aetna sendet seine Aschenregen oft bis Malta, und die Heklaasche zog in einer mächtigen Wolke im J. 1766 über 100 Stunden weit, und noch vor 4 Jahren selbst bis zu den Orkneyinseln. Die Menge der Asche ist dabei oft so groß, daß der Boden mehrere Fuß hoch davon überlagert wird. Baumäste biegen sich, Dächer von Gebäuden brechen zusammen, ganze Ortschaften werden zerstört, ihre Bewohner erstickt, ihre Pflanzendecke vergiftet. Drei Städte, Herculanum, Pompeji und Stabiä wurden bei dem Ausbruche des Vesuv im J. 79 von Asche verschüttet. Der Kaukasus liefert einen nicht minder auffallenden Beweis von der Mächtigkeit der Aschenablagerungen. Eine ganze Stadt mit Kirchen und Häusern, Kellern und Brunnen wurde un-

fern der Festung der Königin Thamar in erhärteter vulkanischer Asche ausgehöhlt. Bei ihrer außerordentlichen Feinheit und Trockenheit dringt diese Asche durch die engsten Spalten und Risse, durch die bestverschlossnen Fenster und Thüren und nimmt die zartesten Eindrücke von Gegenständen an, so daß man in Pompeji und Herculanum noch die genauesten Abdrücke von Gefäßen, ja selbst von Gesichtern und Kleidern verschütteter Menschen findet.

Schwerer und gröber als diese Asche ist der vulkanische Sand, aus zertrümmerten Augit-, Leuzit-, Feldspath- und Olivinkrystallen bestehend, der oft gleichzeitig mit Asche emporgeworfen wird und beim Niederfallen Blumen und Gras in weiter Runde versengt, die Bäume ihres grünen Laubschmucks beraubt. Aber in der höchsten Entwicklung der vulkanischen Thätigkeit giebt sich die Größe dieser unterirdischen Kraft durch weit großartigere Auswürflinge zu erkennen. Wenn die Rauchsäule immer höher und mächtiger aufsteigt, immer gewaltsamer hervorbricht aus den zahlreicher werdenden Rissen und Spalten des Kraters, dann erfolgen unter brausendem und prasselndem Geräusche, von furchtbarem Krachen des Berginnern begleitet, stoßweise Ausschleuderungen gewaltiger Felsmassen, Laventrümmer und Schlackenstücken, die einem feurigen Mantel gleich den Vulkan überdecken. Senkrecht steigt die Trümmermasse zu einer Höhe von 300 bis 3000 Fuß aufwärts, eine mächtige Garbe bildend, die sich Raketen ähnlich in der Luft zertheilt. Bald

stürzen die Massen in den Krater zurück, um mit erneuerter Wuth emporgeschleudert zu werden, bald fallen sie auf den Kraterrand und rollen am Berggehänge hinab. Die einen erkalten in der Luft und zerplatzen prasselnd beim Niederfallen, andre bleiben weich und platten sich scheibenförmig ab oder nehmen Eindrücke von der Bodenfläche an. Ihre Größe schwankt zwischen der des Sandkorns und centnerschwerer Blöcke. Man unterscheidet daher auch die kleineren Laven- und Schlackentrümmer unter dem Namen der Lapilli oder Rapilli, wie sie das Volk nennt, von den größeren Felsblöcken oder geballten Lavamassen, die man mit dem Namen vulkanischer Bomben bezeichnet, und die das Volk von Neapel nach ihrer eigenthümlichen Gestalt sinnreich genug Tropfen und Thränen des Vesuv nennt. Letztere erhalten gewöhnlich durch ihre rotirende Bewegung in der Luft kuglige oder langgezogene birnförmige Gestalten, die von der Größe einer Nuß oder Faust bis zum Durchmesser von einem Fuß und darüber wechseln. In den Umgebungen der Krater des Vesuv und Aetna findet man diese Bomben 250 Pfund schwer oft in so bedeutender Entfernung, daß sie zu einer Höhe von 4000 Fuß emporgeschleudert werden mußten, wenn sie so weit von der Schlackengarbe, der sie entstammten, niederfallen konnten. Von anderen Vulkanen erzählt man sogar noch auffallendere Kraftäußerungen. Der Kotopaxi in den Anden soll im Jahre 1533 Felsblöcke von 8 bis 9 Fuß Durchmesser 3 Meilen weit geschleudert haben, und von einem un-

geheuren Felsstück, das am Abhange des Vulkans liegt, dem „Kopfe des Inka", behaupten die Sagen der Eingebornen, es sei die abgeworfne Kuppe des Vulkans. Man hat sich dieser gewaltigen Kraftäußerungen zur Unterstützung der Hypothese bedienen wollen, welche die Meteorsteine aus dem Monde ableitete, indem man aus der verhältnißmäßigen Größe der Kratergebirge im Monde auch auf eine weit größere fortschleudernde Kraft derselben schließen wollte. Indessen ist es höchst zweifelhaft, ob die kraterförmigen Gebirge des Mondes wirklich Vulkane sind, wenigstens sehr unwahrscheinlich, daß sie je Schlacken und sonstige Trümmer ausgeworfen haben. Bedenkt man überdies, daß eine Anfangsgeschwindigkeit der vulkanischen Bombe, welche 5mal die einer Kanonenkugel beim Austritt aus dem Rohre überträfe, noch nicht hinreicht, um sie aus dem Bereiche der Anziehung des Mondes zu schleudern, so ersieht man leicht, wie wenig stichhaltig diese Hypothese ist. — Im Allgemeinen zeigen sich bei den Ausbrüchen besonders dann große vulkanische Bomben, wenn der Vulkan lange geruht und der Krater sich durch die erkaltende Lava verstopft hat, so daß eine plötzliche sehr bedeutende Kraftentwicklung dazu gehört, denselben wieder zu öffnen. Der Vesuv liefert einen Beweis dazu in den großen Blöcken, welche am Abhange des Berges in den Schichten des Bimssteintuffes begraben liegen. Ohne Zweifel sind es dieselben, welche einst den Krater des Vesuv verschlossen und im Jahre 79 bei dem

berühmten Ausbruche, den uns Plinius schildert, herabgeschleudert wurden. Die Geschichtschreiber berichten uns, daß vor jener Zeit der Krater des Vesuv eine fruchtbare Ebne bildete, in welcher Bäume grünten, Heerden weideten, und das Sklavenheer des Spartacus lagerte. In der Nähe jener Blöcke findet man noch verkohlte Bäume von Bimsstein überlagert, traurige Zeugen eines Friedens, den der Zorn der Natur für immer verscheuchte.

Alle diese Auswurfsstoffe bilden entweder, wenn sie sich über der Ebne oder auf dem Meeresboden ablagern und vom Wasser durchdrungen und verkittet werden, dichte Erdschichten, die man vulkanische Tuffe nennt, oder sie häufen sich am Rande des Kraters auf und bilden den Aschen- oder Ausbruchskegel. Natürlich trägt die herrschende Richtung des Windes bei ihrer Aufschüttung sehr viel dazu bei, dem Kegel eine regelmäßigere oder unregelmäßigere Form zu geben; jedenfalls ist er aber eine sehr unbeständige und veränderliche Erscheinung, die bald entstehen, bald verschwinden kann, wie es die Erfahrung bewiesen hat. — Ueber den gemeinsamen Ursprung dieser Auswürflinge, der Asche, der Lapilli, der Schlacken aus Lava kann zwar kein Zweifel mehr sein; denn selbst Asche und Sand haben mikroscopische Untersuchungen als gleichsam gepulverte Lavatheilchen, als äußerst kleine Körnchen und Blättchen von Feldspath, Labrador, Augit, Titaneisen und Magneteisen nachgewiesen. Wie aber die Lava sich so fein zertheilen könne, bleibt ein

Räthsel, dessen Lösung den Geologen viele Mühe macht. Früher meinte man wohl auch, die Asche werde, wie die Lapilli, durch die während des Ausbruchs an einander stoßenden, sich gegenseitig reibenden und zermalmenden Lavastücke erzeugt. Dem widerspricht aber, daß die Aschenauswürfe nicht während der heftigsten Perioden vulkanischer Thätigkeit, sondern erst gegen das Ende ihre größte Stärke erreichen, und daß ihre Mächtigkeit oft bei weitem die der emporgeschleuderten Steine übertrifft. Eine eigenthümliche Beobachtung führte zu einer neuen Erklärung. Man fand nämlich, daß Thon- oder Kalkmassen, welche in einem starken Feuer in eine schlackenartige Masse verwandelt waren, nach dem Erstarren in eine innere Bewegung gerathen, so daß die Masse in wenig Augenblicken in ein aschgraues Pulver zerfällt. Darauf gestützt, hat man die Vermuthung gewagt, es möchte die vulkanische Asche auf ähnliche Weise entstehen. Da aber die größte Aschenmenge erst dann ausgeworfen wird, wenn schon viele flüssige Lava im Krater vorhanden ist, ja wohl gar kurz nach dem Abfluß der Lava, so verliert auch diese Annahme an Haltbarkeit. Man glaubt vielmehr, die feine Zertheilung der flüssigen Lava rühre von den plötzlichen Durchbrüchen der entweichenden Gase durch die Lava her, indem diese theils dadurch, theils durch den Widerstand der Luft so unendlich vertheilt und zerstreut werde, daß sie in Aschenform davonsprühe, in der Luft erkalte und als Asche zurückfalle. —

Dieselbe gewaltige Kraft, welche Asche, Lapilli, Schlacken und Steine emporwirft, ist auch Ursache von der Hebung der Lava, des reichlichsten und zerstörendsten Erzeugnisses der Vulkane. Diese geschmolzne Masse im Innern des Kraters hat eine unverkennbare Aehnlichkeit mit den geschmolznen Massen in unsern Hochöfen, sie wallt auf und ab, als befände sie sich im Zustande des Kochens; aber sie umschließt in sich noch eine Menge ungeschmolzner Massen, feste Gesteine und Felsblöcke. Ein weißer Dampfballen pflegt nach jedem Stoße, welcher die Lavensäule hebt, emporzusteigen. Von Zeit zu Zeit erfolgen unter heftigen Bodenerschütterungen Ausschleuderungen zahlloser glühender Stücke, die als ein Feuerregen auf die Umgebungen des Kraters niederstürzen. Die Hebung der Lava im Krater beruht einfach auf der Ausdehnung neu gebildeter, einen Ausweg suchender Gase und Dämpfe, also in derselben Kraft, welche die den Ausbrüchen vorangehenden Erschütterungen des Bodens bewirkt. Da diesen Gasen und Dämpfen die Decke da am ersten nachgiebt, wo der Widerstand am schwächsten ist, so drängen sie diesen Widerstand in der Richtung des Kraters empor, heben dabei fortwährend die Decke, schleudern beim Durchbruch die verschiednen Auswurfsstoffe heraus und sprengen endlich die Wand des Kegels, wenn die Lavamasse durch ihren Druck auf die Dämpfe der Tiefe diese nöthigt durch die Wand selbst ihren Ausweg zu nehmen. Dieses Aufsteigen der Lava im Krater geschieht oft allmählig Jahre lang

vor dem Ausbruche. In Folge eines Ausbruchs pflegt nämlich der Krater nach dem Abfluß der Lava zusammenzustürzen und sich zu einem tiefen Trichter zu gestalten, dessen Grund durch einen Kanal mit dem Innern in Verbindung steht. Verstopft sich dieser Kanal, so ist die Verbindung des Innern mit der Atmosphäre verschlossen. So lange der Krater diese trichterförmige Vertiefung hat, ist der Vulkan ruhig; fängt aber der Boden an sich zu heben, wird der Trichter flacher, so arbeitet der Vulkan an einem neuen Ausbruch, denn jene Hebung des Trichterbodens ist nur Folge des Aufsteigens der Lava. Wenn nun die obersten Schichten zäher geworden sind, so bilden sich auf dieser Decke neue Ausbruchskegel, aus deren Seiten oft glühende Lavaströme hervorbrechen und den Boden durch Ueberfließen erhöhen, bis endlich einer dieser Ströme sich über den Kraterrand stürzt und eine Strecke am Berge hinabfließt. Ist der Vulkan hoch, so sind die Dämpfe oft nicht kräftig genug, um die Lava bis zur Kratermündung zu erheben, oder es besitzen vielmehr die Wände des Berges nicht hinreichende Stärke, dem Drucke der gewaltigen Lavasäule zu widerstehen; dann bildet sich eine Seitenspalte, aus welcher die Lava oft mit der Heftigkeit eines feurigen Springquells hervorbricht, bis die heißen Schlünde des Vulkans entleert, die Dämpfe entwichen sind, und die noch im Krater stehende Lava, durch keine emporsdrängenden Gewalten mehr gehalten, ihrer Schwere gemäß wieder in die Tiefe hinabsinkt und die Trich-

tergestalt des Kraters wieder herstellt. Zu den seltneren Fällen gehört es, wenn die Lava dem Krater selbst entfließt; und auch dann sind es immer nur niedrige Vulkane, solche, deren Höhe noch nicht die Basis erreicht, auf welcher die Andenvulkane aufgerichtet sind. Die größte Höhe, bis zu welcher sich die Lava erhoben hat, zeigt der Kliutschewskaja-Sopka in Kamtschatka, welchem im September 1829 700 Fuß unterhalb des Gipfels, also in der überraschenden Höhe von fast 14000 Fuß ein gewaltiger Lavastrom entquoll. Nur sehr selten haben die Riesenvulkane der Anden Lava ergossen; in den meisten Fällen vermochte sich diese nicht einmal über die Höhe der Basis zu erheben, auf welcher die Vulkane ruhen, also auch nicht die Seitenspalten zu eröffnen, aus denen sie an das Tageslicht treten konnte. Wahrscheinlich gewinnen die Feuerströme dort andre Auswege, sprengen die Klüfte des Innern und erfüllen unterirdische Spalten mit ihrem fremdartigen Gestein.

Prachtvoll ist der Anblick fließender Lavaströme zur Nachtzeit. Langsam wälzen sich die breiten Gluthmassen dahin. Anfangs erglänzt ein einzelner feurigrother Punkt, bald folgen ihm tausend andere, und blitzschnell theilt sich das Licht wie ein laufendes Feuer dem langen Streifen mit, der hier einfach, dort ästig oder sich kreuzend, vom Krater und aus Spalten des Abhanges zum Bergfuße hinabrinnt. Gewöhnlich bewegt sich der ausfließende zähe Lavastrom sehr langsam vorwärts, wenn er nicht etwa einen steilen Ab-

hang hinabstürzt, wo er oft feurige Kaskaden von mehreren 100 Fuß bildet. Daher ist die Möglichkeit der Rettung für lebende Wesen ziemlich leicht, zumal da man in vielen Fällen sogar über einen fließenden Lavastrom ohne Gefahr hinübergelangen kann, weil die erstarrte Kruste den flüssigen Kern deckt. Auf diese Weise retteten sich die Nonnen eines Klosters in Torre dell' Anunciata über die erstarrte Decke eines 50 Fuß breiten Lavastroms, und bei der Zerstörung von Torre del Greco im Jahre 1794 trugen sogar Frauen auf ihren Köpfen Pulverfässer über die fließende, im Innern rothglühende Lava hinweg, deren zahlreiche Spalten erstickende Dämpfe aushauchten. Aus der Oberfläche der Lavaströme brechen gewöhnlich Flammen hervor, welche man den unter ihnen brennenden Vegetabilien zuschreibt. Oft scheint die ganze Gegend in Flammen zu stehen, und die Luft selbst entzündet zu sein, während unaufhörlich Blitze selbst bis in große Entfernungen zucken. Obgleich die Glühhitze der Lava vielleicht dem Schmelzpunkte des Kupfers und Silbers gleichkommt, so wird doch ihre Oberfläche fast augenblicklich fest, sobald sie die Atmosphäre berührt; aber die erstarrte Rinde berstet auch wieder nach allen Richtungen, und aus den Spalten steigen Dämpfe hervor. Im Innern des Lavastroms aber concentrirt sich die Hitze und bleibt oft Jahre lang. Der englische Naturforscher Hamilton fand die Lava des Vesuvausbruches von 1766 noch 5 Jahre nach ihrem Ergusse so heiß, daß sie Holz entzündete, und die ungeheure im Innern

an einzelnen Stellen über 480 Fuß mächtige Lavamasse, welche den Jorullo umgiebt, brannte noch 45 Jahre nach ihrem Auswurfe, als sie Humboldt im Jahre 1803 besuchte. Die Ursache dieser langsamen Abkühlung im Innern liegt wohl darin, daß die erstarrte obere Rinde der Lava, wie alle glasartigen Flüsse, die Wärme nur noch schwach ausstrahlen läßt. Unter heftigem Krachen bildet sich diese starre Schlackenrinde, welche dem fließenden Innern zur Decke dient. Hin und wieder wird sie emporgehoben, berstet, trennt sich in Stücke durch stets erneuten Zufluß gedrängt, und sinkt entweder in den Gluthfluß hinab oder setzt sich zu beiden Seiten des Stromes fest. So gestaltet sich eine Art von Kanal, in welchem die Lava fließt, der immer breiter und breiter wird, bis endlich die Außenfläche des Stroms ganz erhärtet und die am Grunde fließende Lava überbrückt. Daher kommt das wüste und wilde Ansehen der meisten Lavaströme, die gewaltigen Blöcke, welche überall hervorragen und oft zu hohen Wällen aufgethürmt sind, daher die Löcher und Vertiefungen auf ihrer Oberfläche, die Schlackentrümmer, die sie überdecken, die Haufwerke und Hügel von Blöcken an ihrem Fuße. Die schnelle Erkaltung der Lavaströme an ihrer Oberfläche ist auch der Grund, weshalb das Ergießen der Lava in das Meer ohne alle heftigen Explosionen vor sich geht. Zwar wird Anfangs eine Menge Wasser zischend in Dampf ververwandelt; aber das augenblickliche Erstarren der Oberfläche hindert jede weitere Berührung mit der glühen-

den Lava, und die entstehenden Spalten machen durch die augenblicklich ausgestoßnen Dämpfe das Eindringen des überfließenden Wassers unmöglich, bis ihre Wandungen Festigkeit erlangt und sich abgekühlt haben. —

Die Mächtigkeit und Ausdehnung der bei vulkanischen Ausbrüchen erzeugten Lavaströme ist ungeheuer groß. Schon aus der Ferne erkennt man sie in der Landschaft. Wellenförmig durchziehen sie als dunkel gefärbte Bänder die grüne Pflanzendecke. Auf Island sieht man ganze Thäler mit Lava erfüllt, gewaltige Felsmassen ragen in den seltsamsten Gestalten, oft Ruinen alter Bauwerke gleich, drohend empor. Zwei Ströme des Skaptaar-Yoekul vom J. 1783 haben bei einer Länge von 20 und einer Breite von 3 Meilen an einzelnen Stellen eine Mächtigkeit von 600 Fuß, und ihr Inhalt übertrifft nach einer Angabe 6mal die Größe des Montblanc, 631mal die des ganzen Vesuv. So erhöhen solche Lavamassen den Boden in der Umgebung der Vulkane außerordentlich, und oft reichen sie bis in unbekannte Tiefen und meilenweite Entfernungen. Aber nicht bloß die Abhänge und Umgebungen des Vulkans überlagert die Lava, sondern sie dringt auch von unten in die Klüfte und Spalten des angrenzenden Bodens ein, getrieben von derselben Kraft, welche sie zum Kraterrande emporhebt. So bilden sich Gänge, die mit Gesteinarten angefüllt sind, die von denen ihrer Umgebung ganz abweichen, und man findet solche nicht bloß in der

Nähe der Vulkane, sondern oft auch in weit von aller vulkanischen Thätigkeit entfernten Gegenden. —

Eine der interessantesten und für die Geschichte der Erdbildung wichtigsten Erscheinungen ist die mannigfache Veränderung, welche theils durch unmittelbare Berührung mit der feurig flüssigen Lava, theils schon durch ihre Nähe und durch die sie begleitenden Gasarten, andre Gesteinarten erleiden. Man faßt alle diese Umwandlungen unter dem Namen des Metamorphismus der Gesteine zusammen. Eine sehr gewöhnliche Aenderung dieser Art erleidet die Farbe, indem durch die Hitze der Lava der organische oder metallische Farbestoff aus den erdigen Schichten ganz oder zum Theil verjagt wird. Die schwarzen Thonschiefer werden heller gefärbt, weil sich das Bitumen verflüchtigt hat, andre Thonlager färben sich sogar roth, wie unsre Ziegel. Bisweilen werden einzelne Bestandtheile ganz verflüchtigt, besonders wässrige; die Gesteinmasse gewinnt an Härte und Festigkeit oder erleidet doch durch die Hitze eine Aenderung seines Gefüges. Kalksteinstücke sind geschmolzen und sandig-körnig geworden, selbst Thonschieferstücke und Granite überglast oder aufgebläht und zum Theil verschlackt. Wir werden später darauf zurückkommen.

Die Laven selbst bestehen größtentheils aus Feldspath, Augit, Leuzit, Titan- und Magneteisen, und man unterscheidet sie durch die vorherrschende Menge des einen oder andern dieser Mineralien als Feldspath-, Augit- und Leuzitlaven. Aber selbst die La-

ven desselben Vulkans zeigen so auffallende Unterschiede und gehen so in einander über, daß sich eine bestimmte Beschreibung, die auf alle paßt, nicht entwerfen läßt. Auch hinsichtlich der Form unterscheidet man sie als erdige, Stein- und Glaslaven. Die letzteren enthalten besonders den Obsidian, eine schwarze, wie Glas klingende und schneidende Masse, die wahrscheinlich aus einer andern Felsart, dem Trachyt, durch Schmelzung entstanden ist und ihre glasartige Natur einer sehr schnellen Abkühlung verdankt; denn Versuche haben gelehrt, daß geschmolzne Mineralmassen, wie die der Laven, krystallinisch werden, wenn sie sich sehr langsam, glasig, wenn sie sich sehr schnell abkühlen. Der lockere poröse Bimsstein, der in vielen vulkanischen Gegenden, namentlich häufig auf Obsidianströmen gefunden wird, ist gleicher Natur und gleichen Ursprungs mit dem Obsidian. Seine schaumartige Beschaffenheit rührt nur von den heftigen Gasentwicklungen in den glühenden Massen her. Wenn die Erkaltung der flüssigen Masse langsamer vor sich geht, so erhalten wir die Steinlaven, welche granitische heißen, wenn sie entschieden krystallinisches Gefüge und Absonderung ihrer Bestandtheile in großen Parthien zeigen, oder Porphyrlaven, wenn nur einzelne Krystalle in einer derben Grundmasse wie eingeknetet erscheinen, endlich basaltische, wenn die ganze Substanz feinkörnig, die Bestandtheile innig und gleichmäßig gemischt sind. Bei ganz allmähliger Erkaltung erhalten wir zuletzt die erdigen Laven, die, wie schon ihr

Name zeigt, aus sehr feinen krystallinischen Theilchen bestehen.

Auch alle diese Feuererzeugnisse der Natur haben Kunst und Gewerbfleiß des Menschen sich dienstbar gemacht. Schon unter den Urbewohnern Mexikos spielte der Obsidian eine wichtige Rolle; er vertrat ihnen Eisen und Feuerstein. Pfeilspitzen, Streitäxte und Opfermesser wurden aus diesem Lavaglas gefertigt. Die Spanier wußten sich sogar Rasiermesser aus Obsidian zu bereiten, und den Römern lieferte er nach Plinius' Bericht das Material zu prachtvollen Spiegeln, welche aber nicht die Gegenstände mit ihren Farben, sondern nur deren Schatten wiedergaben. Aus basaltischen Schlacken wurden von der Römerzeit bis jetzt die berühmten Rheinischen Mühlsteine gehauen. Die großartigen Steinbrüche von Niedermendig unfern Andernach in der Nähe des Laachersees liefern das Material, und Ruinen in Northumberland und Yorkshire beweisen, daß man schon vor Jahrtausenden jenes Gestein an weitentlegnen Orten zu benutzen wußte. Auch vulkanische Tuffe werden zu Bausteinen, Brunneneinfassungen und Traufsteinen bearbeitet. Besonders sind es wieder die mächtigen Traßablagerungen am Niederrhein, welche das Brohlthal und seine Umgebungen erfüllen, von denen der mannigfachste Gebrauch gemacht wird. Bald mahlt man den Traß zu Pulver und benutzt ihn, mit Kalk verbunden, als Wassermörtel; bald spaltet man ihn in Quader für feste Bauwerke, Festungen, Thürme

und Schlösser; bald dient er, wie der berühmte Weiberstein, zu den feinsten Verzierungen, zu Bildwerken an Kirchen, zu Altären und Grabmälern. So weiß der Mensch die todten Zeugen einer blinden und zerstörenden Naturkraft in lebendige Denkmäler seiner Geistesgröße und seines Kunstfleißes zu verwandeln.

Nach dieser Betrachtung der noch jetzt herrschenden vulkanischen Thätigkeit unsers Erdinnern und ihrer Erzeugnisse müssen wir auch einen Blick auf die erloschnen Vulkane werfen, jene Zeugen einer Lebensregung, von welcher zwar jede Ueberlieferung schweigt, die aber doch einer Periode anzugehören scheinen, in welcher unsre Kontinente ihre jetzige Gestalt schon größtentheils erhalten haben mochten. Im Allgemeinen kann man diejenigen Berge als erloschne oder ausgebrannte Vulkane bezeichnen, deren Felsarten uns deutlich zu erkennen geben, daß sie früher in einem mehr oder minder feurigen Flusse gewesen sind, wie Basalte, Dolerite und Trachyte. Auch diese Gesteine sind wie die Laven unter Mitwirkung des Feuers an die Oberfläche getreten, aber nicht immer ist dasselbe an der äußern Erdoberfläche sichtbar zum Vorschein gekommen. Man könnte daher, wollte man schärfer unterscheiden, die so entstandenen Berge von der Zahl der eigentlich sogenannten erloschnen und ausgebrannten Vulkane ausschließen, immer aber wird man sie vulkanische Berge nennen müssen. Man könnte dann auch unterscheiden Erhebungen, die ihre Entstehung aufgeschütteten Stoffen verdanken, wie sie noch jetzt

aus den Kratern brennender Vulkane ausgeworfen werden, und solche, die ihren Ursprung in dem Emporquellen heißer, zäher Massen aus dem Innern des Erdballs haben. Dergleichen Berge bestehen aus Basalten und Doleriten, die überall, wo sie die über ihnen befindliche Erdkruste durchbrachen, die entstandnen Räume ausfüllten, sich über sie erhoben und seitwärts abfließend einen Theil dieser Kruste überdeckten. Will man aber auch solche basaltische Gebilde, die ungemein häufig sind, nicht zu den erloschnen Vulkanen zählen, so wird man wenigstens diejenigen Berge, die noch Spuren früherer Krater und selbst Laven aufweisen, die von den basaltischen Gesteinen aber schwer zu trennen sind, mit vollem Rechte ausgebrannte Vulkane nennen können; wiewohl dann wieder die Schwierigkeit eintritt, zu bestimmen, welche vulkanische Berge wirklich erloschen, welche noch thätig sind. Denn die Entstehung neuer Vulkane in historischer Zeit an Orten, die entfernt von Bergketten sind, selbst im Meere, die Ausbrüche jetzt thätiger Vulkane nach Jahrhunderten der Ruhe zeigen uns, daß von keiner Gegend der Erde versichert werden kann, sie sei von Gefahren der vulkanischen Thätigkeit frei, wie ja auch die mit den Vulkanen so innig verwandten Erdbeben nicht leicht einen Punkt der Erde verschonen. Eine scharfe Grenze zwischen erloschnen und thätigen Vulkanen läßt sich nicht ziehen. Wir sprechen daher hier von vulkanischen Bildungen überhaupt. Die älteren vulkanischen Bildungen unterscheiden sich von den jüngeren,

noch unter unsern Augen vorgehenden, durch die Größe ihrer Verhältnisse und deuten dadurch vielleicht auf einstige gewaltigere Kraftäußerungen der Vulkanität, auf eine heftigere Reaction des Erdinnern gegen die Oberfläche, wenn sie ihren Grund nicht in einer vormals dünneren Erdrinde haben, welche den empordrängenden Gewalten geringeren Widerstand zu leisten vermochte.

Unter den ausgezeichneten älteren vulkanischen Landstrichen erwähnte ich oben schon die niederrheinischen Gebirge, besonders die Eifel mit dem Laachersee, die französischen Landschaften Vivarais und Velais und die Auvergne mit ihren 50 Schlackenkegeln, den Puys, mit noch so frisch aussehenden Schlacken und Laven, als wären sie eben erst ausgeworfen. Die weite Zone der ältern vulkanischen Gebilde Deutschlands zieht sich von der Eifel durch die rheinischen Basaltgebirge in die Treppe des Siebengebirges, den Westerwald, das Vogelsgebirge, die hohe Rhön und das Erzgebirge bis nach Böhmen hin. Altvulkanische Gegenden sind ferner Island, die Faröer- und Shetlandsinseln, die Hebriden, die britischen und irischen Küsten; in Italien die phlegräischen Felder und die Umgegend von Rom, wo das Gebirge von Albano und der M. Cimini bei Viterbo Centralpunkte der vulkanischen Thätigkeit gewesen zu sein scheinen. Auch in Asien finden sich viele erloschne Vulkane. Die Zerstörung von Sodom und Gomorrha muß als die Wirkung vulkanischer Ausbrüche angesehen werden, und

die Erdbeben in Syrien bezeugen die noch fortdauernde Thätigkeit des vulkanischen Heerdes der dortigen Feuerberge. Die Gegend von Saffa bei Jerusalem ist ganz vulkanisch, übersät mit Lavastücken und Basalten, voll Spalten und kleiner Krater. Amerika ist vollends reich an brennenden und erloschnen Vulkanen, zu denen selbst die höchsten Gipfel, der Chimborasso, der Nevado de Toluca und andre gehören. Auch diese altvulkanischen Laven, die Dolerite, Basalte und Trachyte hatten bei ihrem Emporquellen, wie die heutigen, eine Metamorphose solcher Gesteine zur Folge, mit denen sie in Berührung gekommen sind, oder denen sie sich genähert haben. Folgen davon waren Aenderungen in der Farbe, Zunahme an Dichtigkeit, oder ein erlangtes krystallinisches Gefüge, Spuren von Schmelzungen und Verglasungen. Basalt- und Doleritgänge, welche Kreidegänge durchsetzen, haben diese in körnigen Marmor und isländischen Doppelspath verwandelt, oder in Gyps und Alabaster, wenn sie schwefelhaltige Wasserdämpfe mit sich führten. Am merkwürdigsten ist die Granitbildung im Thonschiefer durch Berührung mit Basalt und die Erzeugung einer großen Menge sehr schöner Krystalle, des Vesuvians und Augits, welche sich an den Berührungsflächen der Ausbruchs- und Schichtengesteine entwickelten.

Die gesammten vulkanischen Erscheinungen sind offenbar Folgen gewaltiger Kraftäußerungen im Innern unsers Planeten. Darum irrte die Vorzeit, wenn sie dieselben, wie die Erdbrände der Steinkohlenflötze

oder Eisenkiese, von lokalen Ursachen und dem Dasein gewisser feuernährender Stoffe abhängig machte. Wir können uns nicht so unermeßliche Vorräthe von Steinkohlen denken, daß die Jahrtausende dauernde Thätigkeit vieler Feuerberge sie nicht aufgezehrt hätte. Steinkohlen sind ja Ueberreste der Pflanzenwelt, jüngeren Zeiten angehörig und darum nicht in so ungeheuren Tiefen gelagert, wie sie dem Heerde von Vulkanen zuerkannt werden müssen. Wir können die vulkanischen Erscheinungen vielmehr allein von der Wärme im Innern der Erde, dieser allverbreiteten, überall sich verkündenden Macht herleiten. Ihre unentbehrlichen Diener und Werkzeuge sind die Wasserdämpfe, welche aus dem atmosphärischen Wasser erzeugt werden, das in die Spalten und Klüfte des Vulkans eindringt, wobei natürlich das in die Erde sinkende Meerwasser bei am Meere gelegnen Vulkanen, zu deren Heerd es gelangen kann, nicht ausgeschlossen bleibt. Wenn nun auch die Spannung der Wasserdämpfe bei einer Temperatur, die ihnen durch die Schmelzhitze der Laven mitgetheilt wird, nicht ausreichen dürfte, um eine Lavasäule, welche den Krater bis zum Heerde hinab ausfüllt, in die Höhe zu werfen, so sahen wir schon, daß dieser Wasserdampf neben und durch die geschmolzene Lava aufsteigt und deren obere Lagen emporschleudert. Auch die Perioden der Ruhe nach beendigten Ausbrüchen lassen sich leicht erklären. So lange nämlich das Wasser durch die Kanäle des Vulkans zu dem unterirdischen Feuerheerde gelangen kann, werden

sich Dämpfe entwickeln und den Vulkan in Thätigkeit erhalten; wenn aber beim Ausbruch durch die Lava diese Kanäle verstopft werden, so ist der Zufluß des Wassers gehemmt, und es müssen Perioden der Ruhe eintreten. Auch die in den glühend heißen Dämpfen geschmolznen oder erweichten Massen können die Risse und Spalten im Berge verstopfen und dieselben Folgen herbeiführen. Durch die Dämpfe werden aber nicht nur die Laven herausgeschleudert, sondern auch die zahlreichen Hebungen und die Erdbeben bewirkt. Eine zufällige Erscheinung im Kleinen gab Veranlassung auf die Erdbeben im Großen zu schließen. Auf der Sainerhütte wurde ein 14 Fuß langer, 31000 Pfund schwerer eiserner Cylinder gegossen. Nach Anfüllung der Form mit dem flüssigen Eisen brach dieses unten durch und sank noch 11 Fuß unter die Form, also 25 Fuß tief in den sandigen Boden. Bald darauf erfolgte eine erdbebenartige Erschütterung von solcher Heftigkeit, daß die Arbeiter den Einsturz des Hauses fürchteten; ungefähr eine halbe Stunde nachher erfolgte eine zweite, nach 24 Stunden eine dritte Erschütterung. Da nun ungefähr in dieser Tiefe Kanäle lagen, welche das Regenwasser sammelten, so wurde durch diese wahrscheinlich Wasser herbeigeführt, wofür auch unmittelbar nach dem Stoße aus den Kanälen aufsteigende Dampfwolken sprachen. Leicht erklärlich ist es nun, daß diese durch Sand und Schlamm in Folge der Explosionen für eine Zeitlang verstopft wurden, bis das Wasser allmählig wieder zu dem

heißen Eisen gelangte. So mögen auch die Wasserdämpfe und andre Gase, welche im Innern der Erde entwickelt werden, die Erschütterungen der Erdbeben erzeugen; und bedenkt man den innigen Zusammenhang der vulkanischen Thätigkeiten und der Erdbeben, so kann man nicht mehr zweifeln, daß gleiche Ursachen beide hervorbringen. Aber der Heerd dieser unheilvollen bewegenden Kraft liegt unstreitig tief unter der Erdrinde, in unermeßlichen Höhlen, von deren Größe uns nur die durch Pendelschwingungen gemessene Höhlung unter dem Pichincha, welche $1^1/_2$ Kubikmeile beträgt, einen annähernden Begriff giebt. Diese Höhlen liegen aber nicht nur unter der Esse des Vulkans, sondern sind, wie die Erschütterungskreise der Erdbeben uns lehren, weithin unter der Erdrinde ausgebreitet und verzweigt, und hängen vielleicht mit noch größeren in bedeutenderer Tiefe zusammen. Vielleicht gelingt es einst durch genauere Beobachtungen über Richtung, Verbreitung und Stärke der Erdbeben die Gestalt, Größe und Lage dieser hohlen Räume annähernd zu bestimmen. An ihrem Vorhandensein dürfen wir nicht zweifeln. Dafür spricht der innere Zusammenhang der vulkanischen Heerde selbst zwischen sehr entfernten Punkten zu klar. Erderschütterungen hören auf, wenn sich die eingepreßten Dämpfe irgendwo in weiter Ferne einen Ausweg verschafft haben; thätige Vulkane halten plötzlich inne, wenn Erdbeben entfernte Gegenden verwüsten, als ob dort vor sich gehende Veränderungen im vulkanischen Heerde auch

im Vulkan die gewohnte Thätigkeit störten, dem offnen Schlunde auf Zeiten seine Dampfmassen entzögen und sie in der Tiefe zurückhielten. —

Alle diese bisher betrachteten Schöpfungen der Natur sind nur Fortsetzungen derjenigen, welche in eine unendliche Vergangenheit hinaufreichen. Sie ließen uns ahnen, welche wichtige Rolle die vulkanische Thätigkeit des Erdinnern einst in dem großen Drama spielte, welches unsrer Erde ihre jetzige Gestalt und Bildung gab. Vier Gesteinarten waren es, welche wir die vulkanischen Mächte schaffen sahen: Vulkanische Felsarten oder Lavagesteine, welche im geschmolznen Zustande hervorbrachen, geschichtete Gesteine oder vulkanische Sedimente, welche durch das Niederfallen der Auswurfsstoffe in Luft und Wasser sich bildeten, metamorphosirte oder umgewandelte Gesteine, welche in ihrer innern Struktur, Farbe und Schichtung durch Berührung mit vulkanischen Gluthmassen oder Dämpfen umgewandelt wurden, endlich die Konglomerate oder Trümmergesteine, durch Verkittung zertrümmerter ungleichartiger Felsarten entstanden. Mögen diese Bildungen auch nur ein schwacher Abglanz von dem sein, was bei gesteigerter Thätigkeit des Erdenlebens in dem chaotischen Zustande der Urwelt unter günstigeren Bedingungen des Druckes und der Wärme sowohl der ganzen Erdrinde, als des mit Dämpfen gesättigten und ausgedehnten Luftkreises geschehen ist, mögen in der Urzeit weit riesenhaftere Feuergeister gewaltet haben: so waren sie es dennoch nicht allein,

welche unsrer Erdoberfläche ihre Gestalt gaben und unsre Erdrinde erfüllten.

Wir bemerken noch viel ungeheurere Massen, welche durch ihre Schichtung offenbar die Spuren einer ganz andern Macht als der des Feuers an sich tragen. Gewiß ist der größte Theil der Erdrinde das Produkt ruhiger langsamer Bildungen des Wassers, wie wir sie noch heute aus Meeren und Seen, Flüssen und Quellen entstehen sehen; und diese Bildungen sind um so wichtiger, als sie zugleich das organische Leben ins Dasein riefen. Zwar zersprengten an verschiednen Orten und zu verschiednen Zeiten die Gewalten der Tiefe die neugebildeten Schichten, hoben feurigflüssige Massen zu Bergen empor und richteten die zerrissnen Schichten an ihnen auf. Auch zerstörten solche Ausbrüche das Leben der Organismen durch Hitze und giftige Dämpfe und erfüllten mit ihren Leichen die Schichten, die sich nach der Ruhe aufs Neue bildeten, damit wir in ihren Blättern noch nach Jahrtausenden die Urgeschichte unsres Erdkörpers lesen können. Jene Kräfte, welche diese Schichten bildeten, wirken noch jetzt in gleicher Weise fort, langsam freilich und allmählich, so daß ihre Wirkungen unsern Sinnen erst nach einer Reihe von Jahrtausenden sichtbar werden, in welche selbst unsre ältesten Sagen und Mythen nicht mehr hinaufreichen. Und doch sind grade die Umwandlungen, die sie schaffen, die gewaltigsten. Jene großartigen Erscheinungen, welche hie und da plötzlich mit ungemein in die Augen springenden Wir-

kungen hervortreten, sind unbedeutend im Vergleich zu den still und unausgesetzt wirkenden Kräften; sie erscheinen uns furchtbar, weil sie uns selbst mehr betreffen, als den Erdball, auf dem sie oft kaum eine Spur zurücklassen. So ist es ja auch im Menschenleben. Nicht die augenblicklichen heftigen Regungen des Gemüths, die schnell aufflammenden uud scheinbar rings Vernichtung drohenden Leidenschaften sind es, welche die Spuren der Verwüstung den lebensfrischen Gesichtszügen aufdrücken. Sie drohen gewaltig, aber sie gehen schnell vorüber. Die stillen Leiden der Seele aber, Gram, Sorge, Reue, sie sind es, die am innern Lebensmark nagen, die unbemerkt aber sicher die Blüthe zerstören und die vorzeitigen Furchen des Alters ziehen. So wirken auch die bildenden Kräfte der Natur langsam und im Stillen fort, Länder zertrümmernd und Länder aufbauend. Millionen von Jahren bedurfte es, ehe der Mensch den Schauplatz seines Wirkens betreten konnte, der vermessen genug wohl glaubt, um seinetwillen allein habe die Schöpfungskraft der Natur gearbeitet, für ihn seien unnatürliche, gesetzlose Riesenkräfte in Thätigkeit gewesen, um ihm eilends einen Garten zu bereiten, in welchem er thatenlos die müßigen Tage seines Daseins verträumen könnte. —

2) Wirkungen der neptunischen Kräfte.

Der ewig schaffenden und gestaltenden, das Alte zertrümmernden, Neues emportreibenden Kraft des

Feuers wirkt eine andre Kraft entgegen, langsam und kaum bemerkt, aber unausgesetzt, welche Alles auszugleichen und zu ebnen strebt, aber dennoch in allen ihren Zerstörungen und Zertrümmerungen willenlos die Ursache neuer mächtiger Schöpfungen wird. Diese Kraft ist das Wasser. Wir wollen ihren Schöpfungen in ihrem ursächlichen Zusammenhange und in ihrer Bedeutsamkeit für die Geschichte der Erdbildung nachforschen. Die geschichteten Gesteine sind die Denkmäler ihrer Thätigkeit, welche uns die wichtigsten und ältesten Züge unsrer Erdgeschichte erzählen; denn sie sind die Geburts- und Grabstätte der ganzen organischen Welt, jener längst in ihnen starrgewordenen Geschöpfe der Urwelt, wie der noch heut lebenden und entstehenden. Auch sie konnten nur aus gewaltigen Zerstörungen hervorgehen; aber sie stammen nicht aus der Unterwelt, sondern sind Trümmer der Gesteine der Oberwelt, oft gerade jener Massen, welche die unterirdischen Gewalten mit so großem Kraftaufwand emporgehoben. Der zerstörende Feind aber war das Wasser, welches immer bemüht ist, alle Ungleichheiten und Erhöhungen, welche die feurige Macht des Innern schafft, wieder zu vernichten und auszugleichen. Doch wie es auf Erden kein Vernichten, sondern nur ein Verwandeln giebt, alles Zerstören immer auch ein Schaffen und Aufbauen ist, so ist das Wasser durch seine Auflösung und Zertrümmerung der festen Gesteine immer auch zugleich der Schöpfer neuer Gebilde, neuer Erdlagen und Felsmassen. Noch gegen-

wärtig geht die Bildung der Erdoberfläche fort unter dem beständigen Kampfe feindlicher Mächte, des Feuers und des Wassers; und doch arbeiten beide zu einem Ziele hin, dem organischen Leben auf der Erde eine sichre Wohnstätte zu bereiten. Beide stammen aus einem Ursprung, aus dem Innern der Erde, beide sind Quellen flüssiger Massen, die von den innern Gewalten emporgetrieben werden. Aus den weiten Schlünden der Vulkane stürzten mit lauter Gewalt und donnerndem Gebrüll Feuerfluthen und glühende Erdströme hervor; aus den kleinen Spalten der Gesteine rieseln sanfte Wasserquellen, die immer mächtiger anschwellen, als wilde Gießbäche von den Felsen stürzen, in breiten Strömen die Ebenen durchziehen und überall langsam aber sicher den Boden umwandelnd neue Landstriche schaffen und alte zerstören.

Wie der Saft in der Pflanze, das Blut im Thiere überall auf dem Umlauf durch den organischen Körper Leben und Bewegung, Gesundheit und Wachsthum verbreiten, so durchzieht ein belebendes und ernährendes Adernetz auch die Oberfläche unsrer Erde. Das Wasser ist der Quell des irdischen Lebens, sein Kreislauf von der Erde zur Atmosphäre und von der Atmosphäre zur Erde erweckt die schlummernden Geisteskräfte der Natur. Der starre Felsen, benetzt von feuchten Nebeln, bekleidet sich mit einer zarten Moosdecke, die verbrannten Fluren schmücken sich unter dem Thau des Himmels mit lieblichen Blumen, dem dürren Baum entlockt der strömende Regen ein frisches

Grün. Wo der Bach seine silbernen Wellen kräuselt, regt sich der Thiere buntes Leben, wird die Natur laut im schwirrenden Käfer, im singenden Vogel; wo der Fluß seine majestätischen Fluthen wälzt, entblühen Dörfer und Städte, Gärten und Felder an seinen grünenden Ufern. Die Meere beleben sich mit den Schätzen der Länder, den Kunsterzeugnissen der Völker, sie werden die Brücken des Handels und der Kultur, die Träger des Menschengeistes von Welttheil zu Welttheil. Von Himmel und Erde entquillt der Segen und umspinnt das gesammte Leben mit einem ernährenden Netze.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß überall, nicht nur in der Nähe von Flüssen und Seen, die Erdoberfläche feucht ist. Diese Feuchtigkeit wird theils durch den Niederschlag des verdunsteten Wassers aus der Atmosphäre bewirkt, theils durch Anziehung aus größerer Tiefe, theils durch den Druck naher Wasserbehälter, wie ja Anwohner von Seen und Flüssen wohl wissen, daß sich im Niveau derselben stets Wasser findet. Schattige Orte, namentlich den Sonnenstrahlen unzugängliche Schluchten, belaubte oder mit Moos bewachsene Bergspitzen sieht man immer feucht, sogar naß, weil sie hauptsächlich den Thau und die Nebel aufnehmen. Durch Sonnenhitze und warme Winde wird fortwährend eine starke Verdunstung der Niederschläge erzeugt. Die niedergefallnen Wasser kehren zum Theil von Neuem in die Atmosphäre zurück, um zur Ernährung des Vegetationsprozesses verbraucht

zu werden; das übrige dringt in den Boden ein, bis es durch Thonlagen oder Felsen, die ihm den Durchgang versagen, aufgehalten wird, sich ansammelt und dann an geeigneten Stellen von selbst wieder in Quellen an die Oberfläche hervorbricht. Dies ist die älteste und einfachste Ansicht vom Ursprung der Quellen, die Ansicht des größten Denkers des Alterthums, des Aristoteles. Sie ist begründet in dem bestimmten Zusammenhange zwischen der Regenmenge und dem Quellenreichthum eines Ortes. Als im vorigen Jahrhundert ein heftiger Streit über diesen Gegenstand entstanden war, verfiel man darauf, einen direkten Beweis durch Berechnung der Einnahme und Ausgabe des atmosphärischen Wassers zu suchen. Thau, Regen und Schnee und die großen Nebel- und Wolkenmassen, welche fortwährend die Berge umlagern und ihr Wasser an ihnen absetzen, sind die verschiednen Quellen, aus denen die Einnahmen fließen, während die Ausgabe durch Verdunstung, Ernährung der Pflanzen und Thiere und durch die Fortführung des Wassers aus den Quellen durch die Flüsse zum Meere geschieht. Mariotte war der Erste, welcher zu berechnen suchte, ob die innerhalb eines Stromgebiets gefallne Regenmenge hinreichend sei, um die Wassermasse zu liefern, welche der Strom innerhalb dieser Periode dem Meere zuschickt. Er wählte das Flußgebiet der Seine, und sein Resultat war der aufgestellten Annahme vom Ursprung der Quellen in hohem Grade günstig; denn er fand, daß nur $1/6$ des

atmosphärischen Wassers dem Meere zufließe, während die übrigen $^5/_6$ theils durch Verdunstung, theils von Pflanzen und Thieren verbraucht würden. Aber es zeigte sich hier die Schwierigkeit zu bestimmen, von welchen Punkten überall auf dem Festlande einem Flusse, dessen Zuflüsse sich mit denen seiner Nachbarströme verwirren, Wasser zugeführt werde, und darum wählte 100 Jahre später Dalton ein Inselland, England, zum Gegenstand seiner Berechnung. Er fand, wenn er alle atmosphärischen Niederschläge in Gestalt von Regen, Schnee und Thau in Betracht zog und nur die aus Nebel und Wolken unberücksichtigt ließ, eine jährliche Wassermenge von $36^1/_2$ Zoll, welche auf dem ganzen Boden Englands vertheilt die ungeheure Menge von $4^1/_2$ Kubikmeile ergab. Durch die Themse fließt aber nur $^1/_{25}$ davon ins Meer, und da ihr Flußgebiet ungefähr den 8ten Theil ganz Englands ausmacht, so würden alle Flüsse zusammen nur $^9/_{25}$ jener Wassermenge dem Meere zuführen. Aber auch die Verdunstungsmenge zog Dalton in Rechnung und fand sie $= {}^{17}/_{25}$, so daß also $^1/_{25}$ mehr durch Ströme und Verdunstung fortgeführt wurde, als die Niederschläge geliefert haben konnten. Dies Deficit ließ sich aber leicht decken durch die aus den Wolken und Nebeln auf den Bergen stattfindenden Niederschläge, so daß das von Dalton gewonnene Resultat wohl als ein ziemlich genügender Beweis für den atmosphärischen Ursprung der Quellen gelten kann. Wenigstens haben alle ähnlichen Berechnungen die That-

sache bestätigt, daß kaum $^1/_3$ der niedergeschlagenen Wassermenge durch die Ströme dem Meere zugeführt werde. Freilich scheinen manche Ereignisse, besonders in Gebirgsgegenden sich nicht ganz mit dieser Ansicht vereinigen zu lassen. Wenn oft plötzlich die Flüsse von ihren Quellen an austreten, die Gebirgsthäler überschwemmen, alle Zweige eines Stromsystems ungeheure Wassermassen dahinwälzen, und der Hauptstrom zu einer unerhörten Höhe über seinen gewöhnlichen Wasserstand anschwillt, und wenn ein solches Ereigniß sich oft auf mehr als ein Stromgebiet gleichzeitig ausdehnt; dann möchte man geneigt sein, bei dem furchtbaren Anblick der durch die ungeheuren Wassermassen angerichteten Verheerungen zu außerordentlichen Ursachen der plötzlichen Wasservermehrung seine Zuflucht zu nehmen, weil diese ja in keinem Verhältniß zu der gefallnen Regenmenge zu stehen scheint. Als sich im Winter 1824 mit dem Austreten so vieler Flüsse des nördlichen und südlichen Deutschlands eine ungewohnte Bewegung zeigte und gewaltige Sturmfluthen an den Küsten der Nordsee und bei Petersburg unerhörte Eingriffe in das Land machten, als in jenen Tagen im hohen Gebirge plötzlich wasserreiche Quellen an Orten ausbrachen, wo sonst keine Spur davon war; da schien es vollends unmöglich die Ueberschwemmungen bloß von atmosphärischem Wasser herzuleiten; eine Aufregung im Innern der Erde, welche die gewöhnliche Ordnung der Natur verwirrte und den Wassern der Tiefe plötzlich den Ausgang in's

Freie gestattete, wurde nun als erklärende Ursache dieses außerordentlichen Phänomens in Anspruch genommen. Dennoch zeigte sich diese Annahme grundlos; denn unstreitig konnten die angenommenen unterirdischen Wasserbehälter sich ihrer Wasser nur durch Einsenkung der Decke oder durch Erhebung ihres Bodens entleeren. Aber von solchen Veränderungen ließ sich nichts bemerken. Sie hätten nur durch Erdbeben bewirkt werden können, und wenn auch in derselben Zeit Erderschütterungen in der Schweiz und im Schwarzwalde verspürt wurden, so waren sie doch nicht von einer solchen Bedeutung, daß sie die unterirdischen Wasser um 800 Fuß hätten emportreiben können. So gewaltige Erdbeben hätten keinen Stein auf dem andern gelassen. Zugleich ist das ganze Hügelland von Schwaben von sehr ausgedehnten Salzlagern durchzogen, die doch auch von dieser emportreibenden Kraft nicht ganz unberührt bleiben konnten; aber die Wasser blieben süß, und die zahlreichen dortigen Salzquellen nahmen keinen Theil an der allgemeinen Vermehrung des Wasserzuflusses. Nähere Betrachtungen zeigten, daß sich auch jene Ereignisse wohl aus atmosphärischen Ursachen ableiten ließen. Nachdem es schon vom Juli bis September dieses Jahres bei niedriger Temperatur, also geringer Verdunstung, ungewöhnlich viel geregnet hatte, folgten zu Ende Oktobers die heftigsten Regengüsse begleitet von warmen Südwinden, welche den frühgefallnen Schnee des Schwarzwalds und der Tyroler und Schweizer Voralpen schmolzen.

Der ungeheure Zufluß einer so plötzlich losgelassnen Wassermasse mußte nothwendig, wie 10 Jahre später in den Thälern des St. Gotthard, große Ueberschwemmungen erzeugen. Bei solchen Thatsachen kann man wohl nicht mehr am atmosphärischen Ursprung der Quellen zweifeln. Wenn man daher in mehreren Gegenden beobachtet hat, daß die Wassermenge der Quellen und Flüsse sich vermindert hat, so ist dieser Verlust meist auf Rechnung verminderten Regens zu setzen, der eine Folge von Ausrodung der Wälder oder sonstiger Austrocknung des Landes ist. Denn wo es selten regnet oder thaut, da sind wenig oder gar keine Quellen, wie in den Wüsten Afrikas und Asiens, auf dem Plateau von Persien und den Küsten von Peru. Wo hingegen keine Woche, fast kein Tag ohne Regen vorübergeht, wie an den Nordwestküsten von Amerika, auf Chiloë und Aracan, oder wo eine beständig gesättigte Dampfatmosphäre das Land in feuchte Nebel hüllt, wie in den Polarländern, da ist auch der Quellenreichthum am größten. Die Hochgebirge sind es besonders, welche den Niederschlag des Wassers begünstigen. In ihren Eis- und Schneemassen haben sie ein beständiges Reservoir, das gerade dann seine Quellen am reichlichsten fließen läßt, wenn bei der Hitze des Sommers die Verdunstung und der Verbrauch an Wasser durch die Vegetation in der Ebne am größten ist, so daß dort Wassermangel eintreten würde, wenn nicht das Schmelzen des Schnees und Eises in den obern Regionen den Gletscherbächen eine

weit größere Fülle gäben, als sie in der kälteren Jahreszeit besitzen. In niederen Gebirgen wirkt eine andere Ursache wesentlich ein. Das ist die Vegetation besonders der Moose und Farren, welche die Berghöhen überziehen und die Dünste außerordentlich stark verdichten. Darum hat die Ausholzung der Wälder auf den Gebirgen immer den nachtheiligsten Einfluß auf die Wasserverhältnisse der Ebnen gehabt; denn durch Vertilgung der Hochstämme wurde das schützende Dach weggenommen, unter welchem die Moosdecke dem Boden beständig das aus der Atmosphäre durch diese Pflanzen verdichtete Wasser zuführte. Durch den Verlust der Moosdecke aber wird der felsige Boden blosgelegt, der kein Wasser in sich aufnehmen kann. Die Moosdecke saugt wie ein Schwamm eine große Menge Wassers ein, das sie ebenso nur nach und nach abgiebt; auf entblößtem Felsboden dagegen fließt das Wasser bei starkem Regen schnell ab und fällt in das Thal, wo es Ueberschwemmungen verursacht, die somit um so häufiger werden müssen, je mehr die Abholzung überhand nimmt. —

Von wesentlichem Einfluß auf die Aufnahme des Wassers und die Entstehung von Quellen ist daher die Beschaffenheit des Bodens. Felsboden läßt im Allgemeinen nur dann bedeutendere Durchsickerung des Wassers zu, wenn er zerklüftet und zerspalten ist; darum zeigen besonders viele Kalk- und Trachytmassen stets eine trockne Oberfläche, weil das Wasser durch ihre zahlreichen Spalten schnell in die Tiefe sinkt und das Gestein selbst

8*

wenig in sich aufnimmt. Selbst Granite öffnen dem Wasser einen Weg durch weit fortsetzende Klüfte. Daher leiden auch die tiefsten Gruben an Wasserzudrang und erfordern zum Fortbau kostbare Pumpwerke. Oft steht der Zudrang des Grubenwassers im unverkennbarsten Zusammenhang mit den Regenverhältnissen der Oberfläche, so daß starke Regen sich bald in der Tiefe durch das stärkere Quellen der Grubenwasser bemerkbar machen. Sandsteine, zwar weniger zerklüftet, bieten durch ihre poröse Struktur gleichsam natürliche Filter dar, in welchen das Wasser sehr langsam, aber gleichmäßig durchsickert, deren Masse daher beständig durchfeuchtet ist, so daß sie einen vortrefflichen Grund für die Vegetation bieten. In gewöhnliche Ackererde dringt selbst starker Regen selten tiefer als $1/2$ Fuß, wenigstens nie über 3 bis 4 Fuß. Thonboden ist durchaus undurchdringlich, während Sand und Geschiebe das Wasser bis in jede Tiefe durchsickern lassen. Unter den verschiednen Gebirgsarten zeichnen sich besonders die Gneuß= und Glimmerschiefer=, Thonschiefer=, Keuper= und Quadersandsteingebirge reich an Quellen. Der Grauwacken=Kalk entsendet nur dann häufig Quellen, wenn er von Zwischenlagen thoniger Bänke durchzogen ist. Reicht er jedoch in große Tiefen, so versenkt sich das Wasser in zahllose Schluchten und giebt unterirdischen Quellen und Bächen ihren Ursprung, die selbst als wasserreiche Flüsse an das Tageslicht treten. Muschelkalk und Jurakalk sind besonders arm an Quellen, weil ihre Klüfte das Wasser

in größere Tiefen führen. Kreideplateaus sind völlig dürr und trocken, wenn nicht thonige Zwischenlagen Anhäufungen des niedergeschlagnen Wassers bewirken, welches dann oft am Fuße jedes Kreidehügels in Quellen und Bächen hervortritt. Ueberhaupt bieten die Thon- und Mergellager die natürlichsten Scheidemauern für das Wasser, zwischen welchen die einzelnen wasserführenden Schichten sich abgrenzen, und in Gebirgen, welche aus abwechselnden Folgen kalkiger und sandiger Schichten mit Thon- und Mergellagern bestehen, wird man stets die Quellen oberhalb dieser Thonlager hervorbrechen sehen. Auch die meisten Ansammlungen stehender Wasser verdanken wir solchen Thonlagern, welche das Einsickern der Flüssigkeit in die Tiefe verhindern. Die Trockenlegung von Sümpfen, Seen und Torfmooren ist oft nur dadurch möglich geworden, daß man diese undurchdringlichen Thonlager durchbohrte und dem Wasser einen Abfluß in die Tiefe verschaffte. Auch die Fruchtbarkeit der Oasen in den Sandwüsten beruht allein auf dem Umstande, daß Thonlager, welche das Wasser zurückhalten, nahe an die Oberfläche des Bodens kommen, während sie in den übrigen Theilen der Wüste mehr in die Tiefe zurücktreten, so daß das Wasser von oben herab durchsickert und die obern Schichten trocken läßt.

Da das Wasser also nur so weit einsinken kann, bis es eine undurchdringliche Schicht trifft und auch nicht zur Oberfläche zu gelangen vermag, wenn sich über ihm eine solche Schicht findet, so wird es sich zwischen

diesen in Becken ansammeln und dort unter einem Drucke stehen, welcher der Höhe entspricht, bis zu welcher die wasserführenden Sandschichten in der Umgebung des Beckens aufgerichtet sind. Durchbohrt man diese obere undurchdringliche Schicht, so wird der Abfluß des Wassers nicht mehr gehindert und es steigt mit großer Gewalt empor. Darauf beruhen die artesischen Brunnen, welche von der Grafschaft Artois, wo sie sich sehr häufig finden, ihren Namen haben. Sie können nur an solchen Orten angelegt werden, nach denen sich mergelige Schichten hinneigen; doch darf die Neigung nicht zu groß sein, wenn man nicht bis zu ungeheurer Tiefe vordringen soll, um Wasser zu treffen. Sehr geeignet dazu ist die Gegend von Wien, wo schon in einer Tiefe von 60—70 Fuß das zwischen 60—300 Fuß mächtige Thonlager liegt, welches durchbohrt werden muß. Die Tiefe der Brunnen ist natürlich darum sehr verschieden, ebenso die Höhe, bis zu welcher das Wasser über das Bohrloch emporsteigt. Die meisten sind zwischen 400—500 Fuß tief, und der Wasserstrahl springt bei einigen 7 Fuß, 15 Fuß, ja bei dem von Tours 55 Fuß hoch über die Bodenfläche empor. Die tiefsten Brunnen sind wohl der von Grenelles bei Paris, welcher 1681 Fuß, und der von Neusalzwerk bei Minden in Westphalen, welcher 2290 Fuß tief ist. Natürlich hat auch das Wasser dieser artesischen Brunnen, da es aus so großer Tiefe quillt, eine bedeutende Temperatur, bei den letzteren beiden 28° und 32¾° C., so

daß man damit große Arbeitssäle in Fabrikgebäuden erwärmt oder zarte Pflanzen in Glashäusern gegen den Frost schützt, oder es wie zu Grenelles unmittelbar zum Waschen gebraucht. —

Nicht immer sind es die zahllosen Risse der Felsgesteine, welche in den Bodenschichten dem Wasser den nöthigen Abfluß gewähren, oft finden sich beträchtlichere Spalten, Löcher und Höhlungen, durch welche die Gewässer oft meilenweit in der Tiefe sich unter den Schichten durchwinden, um später irgend wo an einem tieferen Orte an das Tageslicht zu treten. Besonders zeigen diese Erscheinungen die trocknen und quellenarmen Kalk- und Dolomitgebirge Griechenlands, des Jura, Thüringens und Schottlands. In Griechenland sind diese Abzugskanäle der Thäler schon den Alten als Katabothra bekannt. Morea besteht aus einer Reihe geschlossner Kesselthäler, denen sehr oft ein Thalriß mangelt, durch welchen das Wasser einen Abfluß finden könnte; aber ihre Wände sind von zerklüftetem Kalkstein gebildet, und an ihrem Fuße befinden sich trichterförmige Oeffnungen, durch welche die Gewässer ihren Abzug nehmen, um an der Außenseite der Kalkschichten als mächtige Quellen wieder zu erscheinen. Bisweilen sind in der Regenzeit die Katabothra nicht geräumig genug, um dem Wasser seinen vollständigen Abzug zu gestatten, und es entstehen dann Seen, die sich allmählig füllen und abfließen. In andern Kalkgebirgen wiederholt sich dieselbe Erscheinung, und diese unterirdischen Kanäle heißen dann

Entonnoirs im Jura oder Schlotten in Thüringen, Seelöcher im Mansfeldschen. Der Zirknitzer See in Krain füllt und entleert sich auf solche Weise, die Torfmoore von les Ponts bei Neufchatel und der lac de Joux im Jura ernähren ähnliche trichterförmige Abläſſe. Größere Abzugskanäle liefern oft ungemein mächtige Quellen, die sogleich als Bäche oder Flüsse hervortreten. Die Sorgue bei Vaucluse, der Mühlbach bei Biel, die Serrière bei Neufchatel, die Birs bei Dachsfelden, die Orbe im Waadtlande treten mit einer solchen Mächtigkeit aus den Felsen, daß sie bei ihrem Ursprunge schon Mühlräder zu treiben vermögen, und der Loiret trägt sogar Dampfschiffe bis an seine Quelle. Mächtige Ströme verlieren sich ganz in diesen unterirdischen Kanälen, um weiterhin in voller Stärke wieder hervorzubrechen. Auf der trocknen Terrasse des Karst in der Nähe von Triest verliert sich die Recka in einer Grotte und erscheint am Fuße des Gebirges wieder in dem an der Quelle schiffbaren Timavo. Am auffallendsten wird das Verschwinden der Rhone beim Durchbruch des Jura. An der Porte du Rhone dringt dieser reißendste Strom Europas in eine oben fast geschloßne Spalte. 60 Schritte weit ist er durch Felsblöcke ganz bedeckt.

Aus allem Vorhergehenden geht deutlich hervor, daß der Reichthum der Quellen um so größer ist, je mehr Regen oder wässrige Niederschläge überhaupt in einer Gegend sich zeigen. In den Ländern, wo periodische Regenzeiten mit Trockenheit abwechseln, zeigen

die meisten Quellen periodisches Fließen und Versiegen. In den Polarländern und höheren Gebirgen fließen viele Quellen, die sich von geschmolznem Schnee und Eis nähren, nur im Frühjahr oder Sommer. In unsern deutschen Gebirgsländern finden sich die sogenannten Hungerbrunnen oder Maibrunnen, welche im Mai zu fließen beginnen, wenn an den Abhängen der Schnee schmilzt, und im Juli oder August versiegen, wenn dieser Vorrath erschöpft ist. Selbst beständig fließende Quellen zeigen stets eine der Regenmenge entsprechende Ab- und Zunahme ihres Wasservorraths. Alle Quellen besitzen daher eine gewisse Periodicität, die freilich von der Größe ihres Wurzelgebiets abhängt. Je kleiner dies ist, desto mehr ist die Quelle von lokalen Umständen abhängig. Selbst ungleicher Luftdruck und wechselnde Winde können Ursache von periodischem Fließen der Quellen sein. An den Küsten übt auch der Druck des Meeres einen Einfluß aus und erzeugt ein der Ebbe und Fluth entsprechendes Ab- und Zunehmen des Quellwassers. Die Quellen bei Cadix, bei Brest, Calais und auf den Antillen und der artesische Brunnen zu Lille zeigen ein solches Ebben und Fluthen. Besonders merkwürdig ist eine Art von periodischen Quellen, welche in kürzeren, nur wenig Minuten oder Stunden, selbst Tage umfassenden Perioden regelmäßig abwechselnd zu fließen aufhören und dann wieder zurückkehren. Man nennt sie intermittirende Quellen. Sie finden sich besonders im südlichen Frankreich und bei Nauheim in

der Wetterau, wo zwei Salzquellen, die eine kalt, die andere heiß wie kochendes Wasser, hoch aufspritzen, dann zurücksinken und in abgemessnen Zeiträumen ihr Spiel wiederholen. Diese regelmäßige Unterbrechung hat vielleicht bei einigen Quellen ihren Grund in heberartig verbundenen Räumen, bei andern in der Entwicklung von Gasen, welche sich in unterirdischen Höhlen häufen, bis ihre Spannkraft die Schwere des Wassers überwiegt und dies in einem Strahl emportreibt. Dies zeigt sich am auffallendsten in den heißen Springquellen Islands, dem Geyser und Stockr. Beide liegen in dem flachen, von zahllosen heißen Quellen durchbohrten Hauka=Thale, und zeigen auf der Spitze kleiner Hügel, die vom Kieseltuff der Quellen gebildet wurden, trichterförmige Becken von 56 und 46 Fuß Durchmesser. In der Mitte befindet sich eine 78 Fuß tiefe Röhre von 8—10 Fuß Weite und am Rande 2 Kanäle, aus denen das Wasser abfließt. Bisweilen ist das Becken ganz leer, gewöhnlich aber mit schönem, durchsichtigem, siedendem Wasser erfüllt. Ehe es jedoch den Rand erreicht, erfolgt gewöhnlich ein unterirdisches, rollendes Getöse, gleich entfernten Kanonenschüssen, das den Boden erschüttert; das Wasser wird unruhig, schäumt wild auf, eine ungeheure Dampfwolke steigt empor und schleudert das Wasser in die Höhe. Strahlen von 8—10 Fuß Durchmesser, mit großen Steinen und Dampf gemischt, werden zu einer Höhe von 80—100 Fuß und darüber senkrecht in die Luft geschleudert.

Mit jedem Schuß erfolgt ein Aufspritzen, bis endlich dicke Dampfwolken, die mit donnerähnlichem Brausen aus der Röhre hervorstürzen, das Ende des Ausbruchs verkünden. Jetzt folgt eine Zeit der Ruhe, das Wasser steigt, ein neuer Ausbruch erfolgt. Vom Stockr, des Teufels Kochkessel, wie ihn die Isländer nennen, einer nur 80 Schritt vom Geyser entfernten Springquelle, die ununterbrochen kocht und von Zeit zu Zeit gleichfalls starke Ausbrüche hat, erzählt man sich sogar, daß er zu solchen Erscheinungen aufgefordert werden könne. Steine, die man in den Krater wirft, werden mit ungeheurer Kraft herausgeschleudert, oft in kleine Stücke zersplittert. Größere Steinmassen, durch die man die Stockrquelle verstopfte, brachten sogar in wenigen Minuten den allerheftigsten Ausbruch hervor, dem oft stundenlang eine vom betäubendsten Geräusch begleitete Dampfausströmung folgte. Im Ruhezustande erweckt der Geyser dieselben Gefühle, mit denen man an den Kraterrand eines schlummernden Vulkans tritt. Seine Ausbrüche aber gewähren den wunderbarsten Anblick, das prachtvollste und reizendste Schauspiel. Die Schlünde brüllen, als wollte die Erde zerbersten. Pfeilschnell schießt die riesige Wassersäule in den glänzendsten Farben, vom reinsten Schaume gekleidet empor. Unermeßliche Dampfwolken hüllen sie ein und erfüllen den ganzen Horizont. Die Sonne wird verdunkelt, nur die Spitzen des gewaltigen Wasserstrahles glänzen in den reizendsten Farben. Wie Gold- und Silberstaub fallen die fein zerstiebten

Tropfen nieder. Lange starrt der Beschauer dem Zauberbild nach, wenn es schon längst in die dunkeln Tiefen versank. Er hat einen Eindruck empfangen, den er mit Worten und Pinsel nicht wiederzugeben vermag. — Diese großartige, in ihrer Art einzige Erscheinung kann wohl nicht anders erklärt werden, als durch Annahme einer unterirdischen Höhlung, in welche durch Spalten von oben her Wasser eindringt, von unten her heiße Dämpfe emporsteigen. Ein Theil der Dämpfe wird Anfangs durch den Druck zu Wasser verdichtet, dadurch aber die Wärme des Wassers erhöht, bis zuletzt der untere Theil der Höhlung mit siedendem Wasser, der obere mit Dünsten von hohem Drucke angefüllt ist. Die Spannung der sich immer mehr anhäufenden Dämpfe wird endlich so groß, daß das siedende Wasser mit Gewalt in die Höhe geschleudert wird. Dadurch wird der Druck gemindert, und die leichten Dämpfe steigen nun mit großer Geschwindigkeit in die Höhe. Die Verstopfung der Röhre mit Steinen, wäre es auch nur auf wenige Minuten, hat eine große Vermehrung der Hitze zur Folge, weil der Dampf nicht mehr entweichen kann; das Wasser siedet in wenigen Minuten, und ein neuer Ausbruch ist die Folge. — Wenn gleich nicht in so großartiger Weise wiederholen sich dieselben Erscheinungen bei zahlreichen Quellen, unter denen die berühmtesten die Kings spring bei Bath in Sommersetshire, la fontaine ronde in der Nähe von Lausanne und die Salzquelle bei Kissingen sind. Periodische Entwicklungen von kohlensauren und

andern Gasen, welche zum Theil durch dieselbe Oeffnung ausbrechen, mögen die einfachste Erklärung dieser Erscheinungen geben.

Wenn schon dem Wasser der atmosphärischen Niederschläge, denen das Quellwasser seinen Ursprung verdankt, nur in so geringer Menge fremdartige Bestandtheile beigemischt sind, daß sie gar nicht in Betracht kommen können, so zeigen die Quellen selbst ganz abweichende Verhältnisse. Nur in höhern Gebirgsgegenden tritt das Wasser in fast unveränderter Reinheit aus, alle andern Quellwasser sind aber mit fremdartigen Bestandtheilen vermischt, unter denen Kalkerde an Kohlensäure gebunden, Gips, Kochsalz die gewöhnlichsten sind. Beim Abkochen läßt solches Quellwasser einen Theil seiner Bestandtheile, besonders die kohlensaure Kalkerde fahren und setzt den sogenannten Pfannenstein der Waschkessel ab. Manche Quellen, z. B. die bei Chur, sind sogar so reich an Kalkerde, daß das Innere der hölzernen Wasserleitungen oft nach kurzer Zeit mit einer mehrere Linien dicken Kruste überzogen wird. Eine Seifenlösung nimmt das Quellwasser nicht an, weil sich die in ihm enthaltne Kohlensäure mit dem Alkali der Seife verbindet und den fettigen Bestandtheil frei werden läßt. Deshalb theilt man die Wasser in harte und weiche; erstere, die Quellwasser, zersetzen Seifwasser, letztere, die Regen- und Flußwasser dagegen nicht. Es giebt fast kein Quellwasser auf der Erde, welches durchaus reines Wasser ohne Beimischung wäre, und man hat mit

Unrecht geglaubt, oder glaubt es vielleicht noch, daß dasjenige Wasser das beste Trinkwasser sei, welches die wenigsten mineralischen Stoffe aufgelöst enthalte. Neuere Untersuchungen haben vielmehr nachgewiesen, daß die besten und wohlschmeckendsten Trinkwasser Sauerstoff, Kohlensäure, Kochsalz und kohlensauren Kalk in gewissen Mengen enthalten, und daß der Gehalt an diesen Gasen und Salzen sogar eine nothwendige Bedingung für den Gebrauch eines Wassers als Trinkwasser ist, indem dieselben zur Verdauung beitragen, und die thierischen Organismen einen Theil der ihnen nöthigen Salze, namentlich den zur Skelettbildung nöthigen Kalk, im Nothfalle aus dem Wasser beziehen. Allerdings können gewisse Beimengungen das Wasser ungenießbar oder doch widerlich machen. Quellen besonders, welche in Flachländern aus bebautem Boden oder aus Moorgrund entspringen, beladen sich mit verwesenden organischen Substanzen und erhalten dadurch übeln Geruch und Geschmack, selbst nachtheilige Eigenschaften für die Gesundheit, so klar ihr Wasser auch erscheinen mag. Auch zu reicher Gehalt an festen Stoffen, besonders an Kalksalzen, macht das Wasser unangenehm, während Gase ihre belebende Natur erhöhen. Durch besondre Reinheit zeichnen sich vorzüglich mehrere heiße Quellen aus, unter denen die von Gastein, von Pfeffers und Luxueil in 10000 Theilen Wassers nur 2 bis 3 Theile fester Stoffe enthalten, während der Karlsbader Sprudel und die Wasser von Wiesbaden 55 bis 75 feste Bestandtheile,

besonders Glaubersalz und Kochsalz, führen. Salzquellen sind bisweilen völlig gesättigt. So enthalten die künstlich erbohrten Quellen am Neckar und die natürliche von Lüneburg über 26 Procent Kochsalz.

Bei einer beträchtlichen Menge solcher fremdartigen Bestandtheile entstehen die Mineralquellen oder Gesundbrunnen. Allerdings giebt es unter ihnen einige, in welchen die Analyse bisher wenig wirksame Stoffe nachzuweisen vermochte. Ihre Heilkraft ist dessen ungeachtet keiner unbekannten Zauberkraft zuzuschreiben, sondern nur auffallend durch die Sparsamkeit in den Mitteln, welche die Natur zu ihren kräftigsten Wirkungen anwendet, gegenüber den massenhaften Tränken und Pillen der Heilkunst. Früher stellte man die Mineralwasser nur nach ihren Einwirkungen auf den thierischen Organismus in 4 Hauptgruppen zusammen, die sich wesentlich durch Eigenschaften des Geruchs, Geschmacks und medicinischer Wirkungen unterscheiden. Obenan stehen die Sauerbrunnen oder Säuerlinge, die sich durch einen überwiegenden Gehalt an Kohlensäure auszeichnen. Die reichsten Sauerbrunnen, die wegen der großen Menge aufsteigender Luftblasen zu sieden scheinen, heißen Sprudelwasser, und die meisten treten mit jenem polternden Geräusch an die Oberfläche, welches immer das Entweichen von Kohlensäure begleitet. Von der Menge der ausfließenden Kohlensäure liefern die Franzensbader und Eifelquellen den besten Beweis, welche in 24 Stunden über 6000 Kubikfuß Gas entwickeln. Man unter-

scheidet auch noch von den ächten Säuerlingen die alkalischen, welche durch ihren bedeutenden Gehalt an Soda, Glaubersalz und Kochsalz einen etwas laugenhaften Geschmack haben. Dahin gehören die Mineralwasser von Selters, Fachingen, Ems, Teplitz, Spaa, Karlsbad, Wiesbaden, Baden-Baden und Tharasp. Die Eisensäuerlinge oder Stahlwasser haben wegen ihres Gehalts an kohlensaurem Eisenoxydul einen zusammenziehenden Geschmack und setzen an ihren Austrittsorten gelben Eisenocker ab, wie man es bei den Pyrmonter und Franzensbader Quellen sieht. Die übrigen Hauptgruppen der Mineralwasser bilden die Salzquellen mit überwiegendem Gehalt an Kochsalz, Jod und Brom, die Bitterwasser mit schwefelsaurer Bittererde und Gyps, wie die zu Epsom, Sedlitz und Saidschütz, endlich die Schwefelwasser, welche durch ihren unangenehmen Geruch ihren Gehalt an Schwefelwasserstoff verrathen, und die entweder kalte sind, wie die in Westphalen, Würtemberg und Galizien, oder heiße, wie die Kaiserquelle zu Aachen und die von Burtscheid mit einer Temperatur von 43° und 77° C., die von Baden im Aargau mit 46° und die von Bagnères in den Pyrenäen mit 50° C. —

Unter den übrigen mineralhaltigen Quellen verdienen die meiste Aufmerksamkeit die inkrustirenden oder versteinernden Quellen, welche die mit ihnen in Berührung kommenden Körper mit einer steinartigen Kruste von kohlensaurem Kalk oder Kieselerde überziehen, welche man Tuffe und Sinter nennt. Zu den

seltneren Erscheinungen dieser Art gehören die Ablagerungen von Kieselsinter, wie sie die heißen Quellen und Geyser Islands im großartigsten Maßstabe zeigen. Sie gleichen dort körnigen Haufwerken aus kleinen Knöpfchen, so künstlich geordnet, daß sie unsern Blumenkohlköpfen ähnlich werden. Anfangs so zart, daß sie nicht unbeschädigt abgelöst werden kann, erlangt die Masse mit der Zeit eine solche Härte, daß nur die kräftigsten Hammerschläge ihr etwas abgewinnen können. Die Mächtigkeit der das Geyserbecken umgebenden Kieselsinter erreicht stellenweise eine Höhe von 12 Fuß und eine Breite von 6 Fuß. Selbst das Wasser, welches sich über den Rand des Beckens in den Huit-Aa oder weißen Fluß ergießt, ertheilt diesem in weitem Laufe versteinernde Kraft. An seinen Ufern findet man die zartesten Uebersinterungen verschiedener Pflanzentheile mit ihren feinsten Fasern, Birken- und Weidenblätter, Binsen, Torfstücke, Gebeine kleiner Thiere mit so dünner, so zierlicher Kieselkruste bedeckt, daß man sie kaum zu berühren wagt. Papier wird in kurzer Zeit mit einer so durchsichtigen Rinde bekleidet, daß die Schrift vollkommen lesbar bleibt. Aus Holz geschnitzte Bildwerke werden nach längerer Zeit selbst im Innern von Kieselsubstanz durchdrungen. Auch andre Gegenden, die Azoreninsel St. Michael, Nordamerika und Deutschland, bieten ähnliche oft nicht minder mächtige Kieselablagerungen dar; die von St. Michael erreichen sogar eine Mächtigkeit von 30 Fuß. Räthselhaft erscheint der Kieselgehalt nicht bloß dieser,

sondern der meisten Mineralquellen, da die Auflöslichkeit dieser Erde noch der Aufklärung bedarf. Eine solche dürfte vielleicht der Versuch eines englischen Chemikers, Jeffeey bieten, dem es gelang, durch heiße Wasserdämpfe in einem großen Töpferofen über 200 Pfund Kieselerde in Dampf aufzulösen und theilweise fortzuführen. Minder auffallend können uns die außerordentlich mächtigen Kalkablagerungen andrer Quellen erscheinen, da die Auflöslichkeit des doppeltkohlensauren Kalks, welchen sie enthalten, besonders in kohlensaurem Wasser bekannt ist. Das merkwürdigste Beispiel dieser Art liefern die Quellen von Karlsbad, die an ihrem Austrittsorte eine ganze Decke von Sinter, die sogenannte Sprudelschaale bilden. Ganz Karlsbad steht auf solchem Sprudelstein, der früher von den Quellen abgelagert wurde und einzelne große Becken heißen Quellwassers überdeckt. Von Zeit zu Zeit geschehen bei heftiger Aufregung der Quellen neue Durchbrüche durch diese Sinterdecken. Nicht minder berühmt ist der Travertin, welcher vom Velino ausgeschieden wird und an den herrlichen Wasserfällen von Terni bedeutende Ablagerungen bildet. Fast in allen Gegenden giebt es solche kalkhaltige, versteinernde Quellen, welche in ihrer Umgebung Kalktuffe und Süßwasserkalke bilden. Unweit Erzerum in Armenien hat sogar eine aus Kalkgebirgen herabstürzende Quelle eine Tuff- und Stalaktitenbrücke über den Fluß gebaut. Im Laufe der Zeit schob sich die Steinmasse quer über den Strom hin. Nach unten herabhängende

Tropfsteine senkten sich immer tiefer, bis sie durch ihr eignes Gewicht vorn abbrachen und so die Grundlage zu dem gegenüberliegenden Brückenkopf bildeten. Die Brücke, unter welcher der Strom dahinbraust, ist mit Erde und Vegetation bedeckt; sicher überschreitet man das seltsame Bauwerk, ohne dessen Ursprung zu ahnen. Auf dem kleinen Atlas in der Algerischen Provinz Constantine hat eine andre Quelle durch allmähligen Absatz schneeweißen Kalksinters mehr als 500 kegelförmiger Hügel von verschiedner Höhe gebildet. Den malerischsten Anblick gewähren die kolossalen Tropfsteingebilde des Pambuk Kalessi oder Baumwollenkastells einige Tagereisen von Smyrna, durch welche die schaffende Quelle als mächtiger Strom wildschäumend in die Thaltiefe hinabschießt. Auch der Eisengehalt vieler Quellen, Gewässer und Moräste liefert den Stoff zu einem eigenthümlichen Absatz von Eisenerz, welches unter dem Namen Rasenerz, Bohnerz, Raseneisenstein bekannt ist. Nach längerer Zeit können diese zu beträchtlichen Lagern von Brauneisenstein heranwachsen. Bei Wehr und am Laachersee benutzt man diese Ablagerungen als Eisenerze. Man findet dort 12 Fuß mächtige Lager und selbst römisches Mauerwerk schon 3 Fuß hoch von Ocker bedeckt. In 100 Jahren würden die Quellen des Laachersees ein Brauneisensteinlager von $^1/_8$ Quadratmeile Ausdehnung und 1 Fuß Dicke bilden. Solche Erscheinungen lassen uns daher auch auf den Ursprung ähnlicher älterer Bildungen schließen, und die mächtige Bohnerzbildung

der Schwäbischen Alp hat durch das Sprudeln von Eisenwassern in Klüften der Kalkgebirge seine einfachste Erklärung gefunden. Ueberhaupt sind alle diese noch jetzt auf der Erde fortdauernden chemischen Ablagerungen von Kalk, Kiesel und Eisen, welche sich aus den süßen Gewässern niederschlagen, von hoher Bedeutung für die Geologie, weil ähnliche Erzeugnisse sich auch in ältern Gebirgsschichten finden. Aber ihre Menge im Verhältniß zu andern mechanischen und organischen Ablagerungen ist nur sehr gering und ihre Masse kaum in dieser Beziehung in Betracht zu ziehen. In älteren geologischen Formationen ist dieses Verhältniß ebenso ungünstig, und wenn auch hie und da einige große Ablagerungen dieser Art existiren, so bilden sie doch im Vergleich zu andern Bildungen nur eine verschwindende Größe.

Woher rührt aber dieser mineralische Gehalt der Quellen? Aus dem atmosphärischen Wasser können sie ihn nicht bekommen; denn das ist fast chemisch rein. Nur in der Erde selbst treffen sie die Stoffe an, mit denen sie an ihren Austrittsorten zum Vorschein kommen; sie müssen diese also beim Durchstreichen der Gebirgsarten aufgelöst haben. Diese einfache Ansicht findet zunächst ihre Bestätigung in den Salzquellen, in welchen wir dieselben Bestandtheile aufgelöst antreffen, welche auch die Steinsalzlager enthalten. Daß an manchen Orten Salzquellen austreten, in deren Nähe man noch keine Steinsalzbänke entdeckt hat, entscheidet nichts gegenüber der andern Thatsache, nach

welcher an den verschiedensten Orten unermeßliche Steinsalzlager aufgefunden worden sind, wo man früher nur Salzsoolen kannte. Noch vor wenigen Jahrzehnten gehörten das südliche Deutschland und Frankreich zu den salzarmen Ländern, bis in dem einen ein Erdfall, im andern ein glücklicher Zufall und die daraus hervorgehende nähere Untersuchung der Gebirgsarten den Zusammenhang der längst bekannten Salzquellen mit dem in ihrer Nähe befindlichen erst so spät entdeckten Steinsalze kennen lehrte. Auch von andern Mineralquellen zeigen die Beobachtungen, daß in ihrer Nähe immer diejenigen Gebirgsarten in großer Verbreitung vorkommen, welche an Bestandtheilen, die in diesen Quellen die vorwaltenden sind, einen unerschöpflichen Vorrath besitzen, und daß überall, wo dieselben Wasser bekannt sind, auch dieselben Gesteine sich wieder vorfinden. Dies hat Struve aufs Herrlichste bestätigt durch seine Erzeugung künstlicher Mineralwasser, welche in ihren Wirkungen den natürlichen völlig gleich kommen, was auch Vorurtheil und Aberglaube dagegen sagen mag. Er fand, daß, wenn er Klingstein aus dem böhmischen Mittelgebirge unter starkem Druck von kohlensaurem Wasser durchstreichen ließ, und noch freie Kohlensäure zuführte, ein Wasser erzeugt wurde, welches mit dem Biliner Wasser, das am Fuße von Klingsteinbergen entspringt, in Zusammensetzung und physischen Eigenschaften völlige Uebereinstimmung zeigt. Ebenso gelang es ihm durch Behandlung des Porphyrs, aus welchem die Quellen

von Teplitz entspringen, ein Wasser zu erzeugen, das ganz die Zusammensetzungsverhältnisse des Teplitzer, wenngleich nur die Hälfte seiner festen Bestandtheile enthält. Daß jetzt auf ähnliche Weise fast alle gebräuchlichen Mineralwasser nachgebildet sind, ist bekannt. Solche Erfahrungen mußten natürlich die meisten Naturforscher bestimmen, sich für die erwähnte Auflösungstheorie zu erklären. Steffens freilich und andre Gelehrte, denen unbegreifliche geheimnißvolle Vorgänge im Innern der Erde willkommner sind, als die Wirkungen einfacher Naturgesetze, stellten dagegen auf, daß die Erde doch nicht so viele Bestandtheile hergeben könne, als die bereits seit vielen Jahrhunderten fließenden Quellen geliefert haben, und beriefen sich dabei auf die ungeheuren Quantitäten fester Produkte mancher Quellen, unter denen der Sprudel von Karlsbad allein nach verschiednen Angaben jährlich zwischen 3 und 36 Millionen Pfund liefert. Dadurch müßten ja im Laufe von Jahrhunderten und Jahrtausenden gewaltige hohle Räume im Innern des Berges entstehen, welche, wenn diese Massen alle an einem einzelnen Punkte aufgespeichert lagen, vorher von denselben ausgefüllt waren. Dennoch sind diese Räume nicht so ungeheuer, als man sie sich vorstellt. Zögen die Karlsbader Quellen ihren festen Stoff auch nur aus einer Gesteinmasse, deren Oberfläche dem von der Stadt bedeckten Boden gleich käme und deren Tiefe nur 424 Fuß erreichte, so wäre sie doch hinreichend, um während eines Zeitraums von 7000 Jahren diese

Quellen mit ihren jetzigen Bestandtheilen zu versorgen. Die Höhlung selbst also, welche durch die allmählige Wegnahme dieser Masse entstanden wäre, müßte verhältnißmäßig klein erscheinen, und könnte keine Besorgnisse möglicher Einstürze veranlassen, da heiße Quellen ihren Heerd tief im Innern der Erde haben. Aber die Stoffe, welche die Mineralwasser aus dem Schooße der Berge mitbringen, sind dort keineswegs in einem abgesonderten Lager beisammen, sondern sie liegen überall im Berge vertheilt. Schon der Wasserreichthum der meisten mineralischen Quellen deutet auf ein weitverzweigtes Wurzelsystem hin, das sich im Gebirge um so mehr nach allen Seiten und Richtungen verbreitet, aus je größerer Tiefe die Quelle stammt. Denken wir uns also die auflösende Kraft des Wassers auf ein solches Gebiet vertheilt, so können wir uns eine dreifache Art ihrer Wirksamkeit vorstellen: entweder die Wasserwurzeln sammeln überall in ihrem ganzen Gebiete durch Auslaugung die mineralischen Stoffe der Quelle, dann wird zu einer merklichen Verminderung der Gebirgsmasse ein sehr großer Zeitraum erfordert; oder es wird den Gebirgsarten ein Theil ihrer Bestandtheile allmählig entzogen, so daß sie nur aufgelockert werden; oder endlich die Wasserwurzeln finden einen Theil der Quellbestandtheile an einem einzelnen Orte des Gebirges beisammen, so wird auch in diesem Falle ein Jahrtausende umfassender Zeitraum erforderlich sein, um eine bedeutende Höhlung im Innern zu erzeugen. Also auch dieser Einwurf kann

die Richtigkeit der Theorie nicht stören, nach welcher die Mineralquellen ihre Stoffe durch Auflösung von allen Seiten her aus den Gebirgsarten sammeln, welche sie bis zu ihrem Austritt durchsickern. Bisweilen sind auch die Quellenbestandtheile das Produkt von Zersetzungen, welche das Wasser in dem Boden bewirkt. So geht die Kohlensäure häufig aus der Zersetzung des Humus und andrer Kohlenstoffverbindungen, Schwefelwasserstoff aus der Zersetzung von Gyps und andrer schwefelsauren Salze durch organische Stoffe hervor. Natron- und Kalisalze werden durch heiße Wasser aus dem Feldspath ausgeschieden, Bittersalz durch gegenseitige Zersetzung von Gyps und Dolomit erzeugt.

Aeußerst wichtig für den Ursprung der Quellen ist endlich die Thatsache, daß sich die Säuerlinge besonders nur in alt- oder neuvulkanischen Gebirgsarten finden. Auch die Säuren, welche sie enthalten, und die ihnen ihre auflösende Kraft ertheilen, Kohlensäure, Schwefelsäure und Salzsäure, werden noch heut zu Tage in vulkanischen Gegenden oder doch dort, wo alte Vulkane ihr Wesen trieben, in ungeheurer Menge ausgeströmt. Mit Recht erblickt man daher in diesen mineralischen Wassern das Produkt einer fortdauernden vulkanischen Regung und erklärt sich daraus auch die hohe Temperatur derselben, die bei vielen seit Jahrtausenden dieselbe geblieben ist. Unterstützt wird diese Ansicht noch durch die Thatsache, daß in vulkanischen Landstrichen immer zahlreiche heiße Quellen gefunden

werden, die wahrscheinlich an der Erhitzung des vulkanischen Heerdes im Innern der Erde Theil nehmen, daß sich bei Erdbeben und vulkanischen Ausbrüchen selbst neue Thermen bildeten, oder bisher kalte Quellen in heiße umgewandelt wurden. Wenn dagegen der oft bedeutende Wärmegrad andrer Quellen, die in Gegenden austreten, welche von thätigen oder erloschnen Vulkanen fern liegen, durch die mit der Tiefe zunehmende Wärme des Erdinnern erklärt wird, so dürfte diese Erklärung wenig von der ersten verschieden sein, wenn man unter Vulkanismus im weitesten Sinne die Reaktion des feurigen Innern der Erde gegen ihre Rinde versteht. Die Erfahrung lehrt, daß die Quellen einen niedern oder höhern Wärmegrad besitzen, je nachdem ihre Wurzel höher oder tiefer liegt. In Gebirgen ist indeß der Heerd, von welchem die Quellen ihre Wärme erhalten, nicht immer so sehr tief, ja sogar häufiger über als unter den Quellen zu suchen. Denn wenn die Spitze des 12000 Fuß hohen Ortler eine Mitteltemperatur von — 10° hat, und die Wärmezunahme im Innern für je 120 Fuß 1° beträgt, so steigt die innere Temperatur bei 6000 Fuß Höhe noch auf + 40°, und das durchsickernde Wasser hätte noch immer ein hinreichendes Gefälle, um in der Höhe von 4600 Fuß die Therme von Bormio zu bilden. Deshalb steht die Erhebung über der Meeresfläche in keiner nothwendigen Beziehung zu der Temperatur der Quellen. In der Nähe von Vulcano sprudelt eine heiße Quelle aus dem

Grunde des Meeres hervor, während die von Gastein 3230 Fuß und die des Brennerbades 4500 Fuß über dem Meere liegen und auf den Höhen des Himalaya an den Quellen des Sedledsch und Ganges heiße Wasser unter der Schneedecke in 12000 Fuß Höhe hervorbrechen. In Gebirgen treten ferner die meisten heißen Quellen aus dem Grunde schauerlich tiefer und wilder Schluchten hervor, die von himmelhohen, nackten Felswänden umschlossen sind, oder sie liegen in Engpässen, im Querdurchschnitt mächtiger Ketten. Auch das ist ein Zeichen, daß dieselbe Gewalt, welche die gewaltigen Massen hob, auch ihnen den Ursprung gab. Die heißesten Quellen der Erde sind die von S. Miguel unter den Azoren von 100° C., die am Kap von 82°, der Sprudel von Karlsbad von 75°, Baden-Baden von 67°, Aachen von 57°, Wiesbaden von 70°, Ems von 57° und die von Teplitz mit 49°. Viele unter ihnen, die Quellen von Mont-Dore, von Aix, von Pisa und Abano wurden schon vor Jahrtausenden als Heilbäder benutzt und scheinen in der Länge der Zeit keine Veränderung der Wärme erlitten zu haben. Nur in vulkanischen Gegenden und unter dem Einfluß von Erdbeben sind Erhöhungen oder Erniedrigungen der Quellenwärme beobachtet worden.

Wie bedeutend auch die Rolle sein mag, welche die Quellen durch ihre chemischen Niederschläge in der Umgestaltung der Erdoberfläche spielen, so verschwinden sie doch gegen die Bedeutsamkeit der mechanischen Ablagerungen von Stoffen, welche von fließenden Ge-

wässern aufgeschlemmt und allmählig abgesetzt werden. Kaum dem geheimnißvollen Mutterschooße entflohen, rieselt die Quelle im muntern Spiele von Klippe zu Klippe, die verwandten Gefährten zu suchen. Mit ihnen vereinigt stürzt der rauschende Wildbach in prächtigen Kaskaden über den rauhen Fels, den Boden durchwühlend, das lose Erdreich von seinen Ufern reißend. Immer mächtiger schwillt er an, immer breiter dehnt er sich aus, der Fluß verläßt die Berge, die ihn geboren, bespült ihren Fuß, überschwemmt ihre Thäler. Die weite Ebne nimmt den Strom auf, den ernsten und besonnenen Greis, der in majestätischer Würde dem Meere zuschleicht, dem Grabe seiner Mühen und dem Schooße seiner Verjüngung.

Was der unersättliche Schlund des Meeres verschlingt, das ist ein Ungeheures. Ich darf nur an die mächtigen Ströme Amerikas erinnern, an den Lorenzo, dessen unermeßliche Wasserfläche, einem weit erstreckten See gleich, den Europäer mit Staunen erfüllt, an den Orinoko, den Amazonenstrom, dessen Kampf mit der feindlichen Meeresfluth die Erde erzittern macht und das Ohr des Menschen mit Entsetzen erfüllt. Ich darf selbst nur unsre kleinen deutschen Flüsse erwähnen, den Rhein, der in einer Secunde 76000 Kubikfuß und die Weichsel, deren eine Mündung 29000 Kubikfuß Wasser in einer Secunde liefert. Träge wälzt der Strom diese mächtigen Fluthen durch die Ebne dahin, und nur feindliche Hemmungen regen sein Element zu wilder stürmischer Bewegung

auf. Felsen engen sein Bett plötzlich ein, und in gewaltigen Stromschnellen schießt das Wasser hindurch, so reißend, daß selbst das Senkblei auf dem strömenden Wasser schwimmt. Die Stromschnellen der Donau geben Zeugniß von der Gefährlichkeit und der Imatrafall des Wuoxen in Rußland, dessen Wasser 1000 Fuß weit zu übereinandergethürmten Schaummassen aufgelöst 50 Fuß herabstürzen, zeigt die wunderbare Großartigkeit und Schönheit dieses Naturschauspiels. Oft zwingen vorspringende Felsmassen den Strom zu plötzlichen Wendungen oder verborgne Klippen werfen seine Wellen zurück; dann dreht sich das Wasser in heftigen Strudeln, die in der Donau zu der abentheuerlichen Ansicht Veranlassung gaben, die Erde verschlucke einen Theil des Wassers, um es in weiter Ferne wieder hervorzugeben und den Plattensee zu bilden. Furchtbar kämpft der Strom gegen den Widerstand, der seinen Lauf hemmt, schäumend steigt er empor und wirft sich über den unerschütterlichen Damm hinweg. Bald springt das Wasser in reizenden Kaskaden von Fels zu Fels, von Klippe zu Klippe, bald stürzt es in einem Gusse in den schwindelnden Abgrund. Wer hätte nicht schon den entzückenden Anblick genossen und die Gefühle der Ohnmacht und Größe empfunden, mit welchen diese Wunderwerke der Natur auch in der Kleinheit ihres heimischen Charakters die Menschenbrust erfüllen! Schildern aber läßt sich der Eindruck nicht, den die großartige Natur dieses Schauspiels in ferneren Ländern ausübt. Von einer Fels-

wand zur andern stürzt das Wasser des Staubbachs im Lauterbrunnenthale aus einer Höhe von 800 Fuß nieder. Im Falle zerstiebt es zum feinsten Staubregen, der blendend weiß in den Lüften schwebt und Farbe und Formen in prachtvollem Spiele wechselt. In zwei mächtigen Bogen von 1748 Fuß und 1068 Fuß Breite stürzt der Niagara die dem Eriesee entfließenden Wasser des Lorenzostroms unter betäubendem Getöse zwischen Felsenmauern in einen 138 bis 168 Fuß tiefen Schlund hinab, dem sich der Beschauer kaum ohne Entsetzen nähert. Eine dichte Schaum- und Nebelwolke, welche dem Abgrund entsteigt, verkündet schon in einer Entfernung von 10 deutschen Meilen diesen Riesenkampf der Elemente. Ein furchtbar schönes Schauspiel gewährt der Tequendamafall in Neugranada. Hier stürzt sich der mächtige Rio de Bogoa 530 Fuß hoch in eine nur 30 bis 40 Fuß breite Felsenkluft hinab, welche von Erdbeben eröffnet ward, von der aber die Sage erzählt, ein Gott habe dem Flusse diesen Ausweg gebahnt, um das Thal bewohnbar zu machen. Durch Höhe des Sturzes übertrifft Alles der Fall des Schirawati an der Südwestküste Ostindiens, dessen zahlreiche Arme über mehr als tausend Fuß hohe Felswände rauschen, gewaltige Schaumpfeiler bildend, welche zarte Dunstwolken umschweben. Doch die Höhe bedingt nicht allein den romantischen Charakter eines Wasserfalls. Das beweist der Parana durch seinen furchtbaren Katarakt von Guayra. Die ungeheure 12600 Fuß breite

Wassermasse dieses Stromes wird plötzlich in einen 180 Fuß breiten Kanal zusammengepreßt. Mit grausenhaftem Ungestüm tobt der Strom durch den Engpaß, hoch auf schlagen die Wellen, die Felsen zersplittern und die Erde scheint bis in ihr Innerstes zu erbeben; weithin verbreiten die aufgestiegnen Wasserdünste einen ununterbrochnen Regen. Gegen so großartige Wunder der Ferne verschwinden auch die erhabensten Schauspiele Europas. Was will selbst der Rheinfall bei Schaffhausen mit seinen 300 Fuß breiten und 75 Fuß hohen Wasserbogen gegen einen Niagarafall bedeuten? Aber man ahnt auch in dem Kleinen die Größe der Schöpfung und betet auch in der minder erhabnen Natur die Macht Dessen an, der hier durch Wasserstürze die Erde erschüttern, dort durch Völkerströme Throne erbeben macht! Einen eigenthümlichen Reiz gewähren die Wasserfälle in dem skandinavischen Norden Europas, jenem Lande der Thatkraft und des Ernstes in Natur und Bewohnern. In Schweden die berühmten Trollhättafälle der Göthaelf, der Elfkarlebyfall der Dalelf, die 4 prächtigen Fälle des Huusquarn und der 350 Fuß hohe Fall der Handölself; in Norwegen der herrliche Sarpenfall des Glommen kurz vor seiner Mündung, der Hougfoß des Semoenelf und der Fiscumfoß des Mamsenelf und die zahllosen Kaskaden, die sich bis jetzt dem Auge des Fremden entzogen, sie alle verherrlichen den Charakter des Landes, machen ihn nicht schöner und lieblicher, aber wild und romantisch. Aber der eisige Winter vollendet

erst die Pracht der nordischen Natur. Durch ungeheure Eisgewölbe stürzt sich das Wasser tobend und schäumend herunter, und Eisbrücken lassen den Fuß des Wanderers über die empörten Wellen gleiten.

Auch die friedlichen Flüsse der Ebnen haben ihre Leidenschaften und Zornausbrüche. Ihr breites, flaches Bett gewährt ihnen Raum in den Zeiten der Ruhe. Wenn aber die Schleusen des Himmels und der Erde sich mächtiger öffnen, dann schwellen auch die Adern der Erde stärker an, die Ströme übersteigen ihre Ufer und ergießen sich Seen gleich über unermeßliche Ebnen. In den Ländern periodischer Regenzeit zeigen auch die Ueberschwemmungen der Ströme einen regelmäßigen Verlauf. Der Orinoko steigt vom April bis September oft um mehr als 90 Fuß und bietet dann einen Monat lang das großartige Schauspiel eines Meeres, 20 Stunden breit und über 200 Stunden weit, mit zahlreichen Wirbeln und Wasserfällen. Erst im Oktober fällt er zurück und erreicht im Februar seine alten Ufer. Auch der Ganges schwillt im April, wenn der Schnee des Himalaya schmilzt, und vereint im August seine Wasser mit denen des nahen Burempntr zu einem unermeßlichen See, aus dem nur einzelne Hügel und Dämme mit Städten und Bewohnern gleich Inseln hervorragen. Die Ueberschwemmungen des Nil sind bekannt. Sie sind der Segen des Landes, aber sie werden zum furchtbaren Unheil, wenn sie die gewohnten Grenzen übersteigen. Der Herbst des Jahres 1840 lieferte ein solches Bei-

spiel. Mit reißender Schnelligkeit stieg der Fluß 3½ Fuß über seinen erhabensten Stand und durchbrach Dämme und Mauern. Es war nicht mehr der friedliche Anblick des ägeischen Inselmeers, mit dem die Alten das Nilthal zu vergleichen pflegten, es war der einer gräßlichen Sündfluth, einer wilden Wasserwüste, und die glücklichen Inseln darin eine Beute und ein Spiel der Wogen. 150 Dörfer wurden hinweggeschwemmt, und nur steinerne Gemäuer widerstanden dem gewaltigen Andrang. Selbst die friedlichen Ströme unsers Vaterlandes haben ihre, wenn auch unregelmäßigen Ueberschwemmungen. Frühlingswasser, heftige Regengüsse, schmelzender Schnee schwellen sie mächtig an. Noch sind die furchtbaren Ereignisse des Jahres 1838 im Gedächtniß, die seltnen Verheerungen, welche die Donau, die mit Eismassen beladen 29 Fuß über den gewöhnlichen Stand aufstieg, in Ungarn von Gran bis Pesth anrichtete, die Zerstörungen der Oder, Elbe und Weichsel. Jedes Jahr bringt uns neue Unfälle, und mit Bangen sieht der Bewohner deutscher Stromebnen hinter seinen schwachen Dämmen auch in diesem Jahre den drohenden Fluthen entgegen.

So heftige Bewegungen des Wassers in Bächen und Strömen, wie die eben geschilderten, rufen natürlich auch bedeutende Veränderungen in der Natur ihrer Umgebungen hervor. Die Ufergehänge werden abgenagt und unterwaschen, die Betten tiefer ausgewühlt oder erhöht. Ruhige Becken nehmen die aufgeschlämmten Trümmer, welche ihre wilden Zuflüsse

von den Ufern rissen, auf, und mächtige Ablagerungen erhöhen ihren Boden. So wird an den Mündungen fließender Gewässer ununterbrochen neues Land geschaffen, ein Delta gebildet. Schon die Wildbäche zeigen bei ihrem Sturze in die breiteren Thäler diese Deltabildung. Verderblich in ihrem obern Laufe reißen diese wüthenden Alpenbäche den Schutt der steilen Felswände weg, um ihn am Mündungspunkte abzusetzen. So bilden sie einen keilförmigen, oben abgeplatteten Hügel, der an die Felswände angelehnt ist, und auf dessen Höhenkamm der Wildbach in immer seichter werdendem Bette dem Thale zuströmt. Den Strahlen eines Fächers gleich rieseln nach beiden Seiten kleinere Zweige des Baches herab. Durch die plötzliche Erweiterung des Bettes beim Eintritt des Baches in das Hauptthal erhält das Delta seine Gestalt, und diese erklärt die furchtbaren Verheerungen anschwellender Wildbäche. Auf der Höhe eines Hügels, im flachen Bett verlaufend, fluthen sie nach allen Seiten hin über, und der locker gehäufte Boden des Deltas gewährt selbst Dämmen keinen festen Grund. Der Alpenbewohner kann oft nur dadurch dem schrecklichsten Unheil vorbeugen, daß er das oft viele 1000 Fuß breite Delta in der Entfernung mit Mauern umgiebt, welche den schwellenden Fluthen zwar einen festen Widerstand, aber zugleich eine hinreichende Ausdehnung gewähren.

In gleicher Weise wie die Deltas bilden sich in allen Gebirgsgegenden Schuttkegel und Schutthalden,

wo sich eingeschnittne Schluchten in Thäler münden. Mögen sie auch oft nur die Wirkung von Felsstürzen oder Lawinen sein, so verdanken sie doch meist ihre Entstehung Wildbächen, welche zur Zeit des Schneeschmelzens im Frühjahr über die Felswände herabstürzen, bald aber versiegen und ihr Bett trocken lassen. Oft werden solche von Regengüssen angeschwellte oder durch Bergschlüpfe und Gletscherbrüche erzeugte Wildbäche so gewaltig mit aufgeschwemmten Massen beladen, daß sie als zerstörende Schlammströme aus den Schluchten hervorbrechen, Felstrümmer vor sich her treibend. Allein selbst die gewaltigsten Schlammströme vermögen nie die ungeheuren Felsblöcke, welche sie in den Verengerungen losreißen, durch eine Thalerweiterung hindurchzuführen, und nur die kleinern Trümmermassen, Sand und Schlamm werden in die weiteste Ferne fortgetragen. Durch das fortwährende Rollen und Aneinanderreiben dieser Bruchstücke werden aber ihre scharfen Ecken und Kanten abgerundet, und so die eigenthümliche Form der Gerölle oder Rollsteine hervorgebracht. Selbst in größeren Flüssen verrathen sich diese durch die dunklere Färbung, welche sie während größerer Fluth dem Wasser ertheilen. Im Oberrheine hört man selbst beständig das knisternde Reiben der bewegten Kiesel. Mit der Länge des Laufes nimmt natürlich die Größe dieser Gerölle ab. Während man im obern Laufe des Rheins noch Gerölle von der Größe eines Kinderkopfs findet, sieht man bei Köln selten noch faustgroße Stücke und in

Holland nur feinen Sand und Schlamm. Eine natürliche Folge dieser Fortbewegung der Gerölle und feinen Sandtheile ist deren Absetzung an Orten, wo der Lauf des Flusses langsamer wird, und die Kraft, sie fortzuschaffen nachläßt. Daher beobachtet man in Flachländern eine stete Versandung der Flußbetten, und wenn diese tief eingeschnitten sind, so erhebt sich allmählig der Wasserspiegel und bei stärkeren Ueberschwemmungen des Flusses überströmt er um so leichter seine Ufer, je mehr sein Bett versandet. Kommt gar eine heftigere Fluth, so bricht der Fluß durch, gräbt sich ein neues Bett und läßt das alte als Nebenkanal oder ganz trocken zurück. In bewohnten Ebenen mußte man daher schon von alten Zeiten her darauf denken, die Ufer dieser versandenden Flußbetten einzudämmen, zu erhöhen, und so der Möglichkeit verheerender Ueberschwemmungen entgegenzuwirken. So kommt es denn, daß bei steter Erhöhung des Flußgrundes und immer neuer Aufschüttung der Dämme die Flußbetten sich allmählig weit über das Niveau der umliegenden Gegenden erheben. Ein auffallendes Beispiel dieses Resultates des Ankämpfens gegen die Versandung der Flußbetten und die Ueberschwemmungen zeigt der Lauf des Po, der so hoch über die ihn umgebenden Ebenen erhaben ist, daß die Stadt Ferrara weit unter seinem Wasserspiegel liegt, und der Grund des Flußbetts selbst viele Ellen höher ist, als der Boden der Stadt. Der Po läuft auf dem Rücken eines langen Dammes, welcher durch

eine große Strecke der lombardischen Ebene sich hin-
zieht. —

Wenn nach Erhöhung des Flußbettes durch die Gerölle der seiner Natur überlassene Fluß seine Ufer durchbricht und in ein tieferes Niveau hinabstürzend sich ein neues Bett gräbt, so entsteht eine gabelförmige Theilung des vorher einfachen Laufes und bei mehrfacher Wiederholung derselben Erscheinung jene Form der Flußmündungen, welche man ihrer Aehnlichkeit mit dem griechischen Buchstaben wegen Delta genannt hat. Die meisten dieser Delta's finden sich bei den Ausmündungen der Flüsse in Seen und Meere, und man hat jetzt den Anfangs nur auf die Nilmündungen angewandten Ausdruck in der Art ausgedehnt, daß man darunter alle Anhäufungen von Geröllen und Anschwemmungen versteht, welche von Flüssen bei ihrer Ausmündung in größere Becken abgesetzt werden, wie auch ihre Form wechseln möge.

Die Deltas der Flüsse, welche sich in Seen ergießen, wie es die meisten Flüsse der Hochalpen thun, bieten die einfachsten Verhältnisse dar, weil diese Wasserbecken meist als ruhig angesehen werden können und nicht durch eigne Bewegung wie das Meer durch Ebbe und Fluth störend auf die Erscheinung einwirken. Das Dasein solcher Seen ist auch eine große Wohlthat für die Bewohner der Gebirgsländer und der daran gränzenden Ebnen; denn die den Alpen entströmenden Flüsse führen ungeheure Mengen von Ge-

röll mit sich, die bei ihrem starken Gefälle und der Geschwindigkeit ihres Laufes bis weit in die Ebene hinaus geführt werden, das Flußbett versanden und die größten Ueberschwemmungen bewirken würden, wenn sich nicht die Seebecken in ihrem Laufe fänden, in welchem die Gerölle abgesetzt, Schlamm und Sand niedergeschlagen, die Ströme geklärt und gereinigt würden. Aber diese kleinen Deltas sind nur Abbilder jener für die Geschichte der Erdbildung und die Kultur des Menschengeschlechts so bedeutungsvollen Bildungen großer in das Meer mündender Ströme, die wir mit dem Namen der Niederlande bezeichnen. Hier tritt das eigenthümliche Wechselverhältniß zwischen Fluß und Meer hinzu, das nur in Binnenmeeren untergeordneter erscheint, wo der Einfluß von Ebbe und Fluth seine Bedeutung verliert. Po und Rhone, Donau und Nil zeigen daher die Deltabildung in ihrer einfachsten Gestalt. Ein kurzer Blick auf die eben betrachteten Erscheinungen wird uns ihren einfachen Verlauf auch in großartigerem Maaßstabe übersehen lassen. —

In ihrem obern, jäh abstürzenden Laufe reißen die Flüsse den Schutt der steilen Felswände, große Blöcke, die ihnen den Weg verengern, mit sich fort. Anfangs eckig und scharfkantig, wie sie es beim Abbrechen sein mußten, reiben sich diese Bruchstücke allmählig ab und nehmen die rundliche Gestalt der Gerölle an. Die größern Blöcke bleiben bald zurück, wenn die Geschwindigkeit des fließenden Wassers ab-

nimmt; die schweren Massen bleiben liegen und bilden einen Damm, den die hinter ihm aufgestaute Wassermasse endlich wieder durchbricht und mit sich fortführt. Jetzt gelangt der Fluß in die Ebne, sein Lauf wird langsamer, denn sein Fall wird geringer, seine treibende Kraft nimmt ab; so verringert sich auch die Größe der Gerölle, die er noch zu bewegen vermag, und zuletzt bleiben nur noch Sand und Schlamm übrig, die das Bett der meisten Flüsse bilden. So gelangt der Fluß zum Meere, die feinsten erdigen Theile noch immer mit sich führend. Hier ruht er, wenn das Meer ihm in seinen Wallbildungen eine Schranke entgegenwirft. Hier setzt er seine Schlammmassen ab, das Bett des Flusses erhöht sich, der Strom durchbricht seine flachen Ufer, gräbt sich ein neues Bett und bildet so nach und nach in seiner vielfachen Verästelung ein Delta. Ein charakteristisches Vorbild für alle diese noch immer fortschreitenden Schöpfungen fruchtbarer Landstriche bietet uns der Nil, in dessen Wogen sich 3000jährige Denkmäler spiegeln, als untrügliche Zeugen für die Umgestaltungen des Bodens, die sein Wellenschlag in ihrer Nähe verursacht hat.

Aus dem wasserreichen, beständig von Regen und Nebeln getränkten Hochlande Habyssiniens stürzt sich der Nil terrassenförmig durch das enge Felsenthal Nübiens und zwischen den lybischen und arabischen Sandsteingebirgen Oberägyptens hindurch dem Meere zu. Bei Kairo öffnet sich das Thal, die Bergketten weichen

Das Nildelta.



zurück und nur einzelne Schluchten und Thäler an ihren Abhängen, das Thal der Verirrungen, der Strom ohne Wasser und die Kette der Natronseen zeigen, daß sich einst der Strom durch sie einen Weg brach. Jetzt durchströmt er in vielfachen Zweigen eine weite Ebne, die von den beiden Hauptmündungen bei Rosette und Damiette umschlossen wird. Aber auch diese Mündungen sind jetzt näher zusammengerückt, die Breite des Deltas hat mit der Erhöhung des Bodens abgenommen; denn der Strom führt bei seinen alljährlichen Ueberschwemmungen eine ungeheure Menge rothen Schlammes und Sandes herbei, bis die Gegenströmung des Meeres seine Treibkraft lähmt. Die erdigen Theile fallen jetzt nieder, werden aber von den nachfolgenden Wassermassen auf die Seite geschoben und häufen sich dammartig auf. Gegen diesen Damm spülen die Meereswellen und treiben ihn noch mehr seitwärts gegen die Küsten, wo er anfangs Untiefen bildet und allmählig sich zu einem mächtigen Uferwalle erhebt, der die Neubildungen des Flusses gegen die zerstörenden Einflüsse des Meeres schützt. Dieser Uferwall ist am erhabensten über das ganze umliegende Land, und seine Oberfläche von Dünensand bedeckt, seine Basis aus festem Kalkstein gebildet. So schlecht er auch geeignet ist, den Meereswogen zu widerstehen, so hat er doch seit Jahrtausenden seine ursprüngliche Form erhalten. Das wäre unbegreiflich, wenn man sich nicht überzeugt hätte, daß dieser kalkige Sandstein sich noch jetzt beständig neu bildet durch

die Bauten kleiner mikroskopischer Schaalthiere, die im Ufersand leben. Hinter dem Uferwall bilden sich die großen Wasserbecken, Lagunen genannt, die durch 7 Mündungen mit dem Meere in Verbindung stehen, aber mehr und mehr von dem angeschwemmten Schlamm erfüllt, allmählig ganz verschwinden werden. An zwei Stellen, den Mündungen von Rosette und Damiette, haben sich die Anschwemmungen selbst über den Uferwall hinaus erstreckt und einen Uebergriff in das freie Meer begonnen. Hier haben sich zwei Vorsprünge gebildet, die sich stets durch neuen Absatz vergrößern, langsam und in stetem Kampfe mit den zertrümmernden Wogen des Meeres. Wie bedeutend die Bodenerhöhung nicht nur der Deltagegend, sondern des ganzen Nilthales ist, davon sind die herrlichen Trümmer der alten Prachtgebäude Thebens die besten Zeugen. Damals auf künstlichen, dem schwellenden Wasser unzugänglichen Hügeln gelegen, überragten ihre Sockel den Boden, der sie trägt, in kunstgerechter Weise. Jetzt sind alle Grundmauern bis zu den ersten Friesen und Karnießen in ihn versunken, alle Statuen über die Hälfte vom Erdreich bedeckt. An der kolossalen Memnonsstatue fand man bei der französischen Expedition eine Inschrift aus dem J. 148 n. Chr. 6 Fuß unter dem Boden und schloß daher, daß die Ablagerung während eines Jahrhunderts zwischen 3 und 4 Zoll betrage. Danach würde der Palast von Luxor, an welchem die Anhäufung über 18 Fuß beträgt, ein Alter von 4500 Jahren haben.

Jedenfalls ist es wahrscheinlich, daß zur Blüthezeit Thebens ganz Unterägypten noch Strombett war, und nur einzelne Küstenstriche aus dem Wasser emporragten. Vielleicht war die Höhe von Memphis der äußerste bewohnbare Theil, und hier legte man darum die Kolonie an, welche später durch ihre bequemere Verbindung mit dem Meere sich über die Mutterstadt erhob, bis auch sie einer neuen Seestadt, Alexandrien, weichen mußte.

Wie beim Nil, so zeigt sich die Deltabildung auch bei andern Flüssen, welche in Binnenmeere münden. Das größte Delta auf Erden hat aber der Ganges aufzuweisen, welches in der Länge und Breite über 40 Meilen mißt. Vom höchsten Gebirge der Erde fließt in vielen tausend Rinnsalen das Gewässer dem Punkte zu, wo der mit dem Ganges vereinigte Burremputr die Nordspitze des Golfs von Bengalen trifft. Die ungeheuren Mengen Schlammes, welche diese Ströme mit sich führen, und die oft mehr als den 4ten Theil des Wassers bilden, lagern sich hier ab, aufgehalten von den gegenströmenden Meereswogen, und bilden eine weite Ebne, welche den Namen des Sunderbunds führt und aus torfigen Morästen, seichten Schlammseen und weiten Strecken sumpfigen Landes besteht, von Rohr und Gestrüppe bedeckt, die Heimath von Tigern, Krokodilen und Schlangen. Nicht minder bedeutend und noch ausgezeichnet durch sein äußerst schnelles Wachsthum ist das Delta des Missisippi, welches ein flaches niedriges Land bildet,

das 9 Monate hindurch überschwemmt ist und den Anblick eines weiten Sees darbietet, aus welchem nur längs des Stromes und seiner Arme schmale Dämme hervorsehen. Der Strom selbst verzweigt sich in zahllose Arme, Bayus genannt, die oft größtentheils trocken stehen oder nur von den großen Landseen gespeist werden. Wenn schon die Menge des angeschwemmten Schlammes ungeheuer ist, so kommen hier noch die gewaltigen Flöße von Baumstämmen und ganzen Bäumen mit Wurzeln und Aesten, die sogenannten Snags dazu, in welchen sich oft Sand, Schlamm und Erde festsetzen und so schwimmende mit reicher Vegetation bekleidete Inseln bilden, die sich mit dem festen Lande vereinigen und dies vergrößern. So schreitet die Verlängerung des Deltas jährlich um mehr als 1000 Fuß vor. —

Unter den europäischen Deltas verdient vor allen eine Erwähnung das des Po, welches sich am adriatischen Meerbusen zwischen Rimini und dem Golf von Triest hinzieht und in seiner ganzen Länge durch einen sanft gekrümmten Uferwall begrenzt ist, der in der Nähe von Venedig den Namen des Lido trägt. Hinter diesem Lido zeigen sich besonders bei Venedig und Comachio bedeutende Lagunen, die allmählig von den Ablagerungen des Po, der Etsch, der Brenta, der Piave, des Tagliamento und andrer Flüsse ausgefüllt und in Sümpfe oder Aecker verwandelt werden, und an deren innerm Ufer die meisten Küstenstädte liegen, so daß sie immer mehr und mehr vom Meeresufer ab-

geschnitten und als Seehäfen vernichtet werden. Noch im Mittelalter lag Ravenna an der Mündung des Po und am Ufer einer Lagune, welche als Kriegshafen diente, während es heutigen Tages eine Meile von der Küste entfernt ist, und die Stelle des ehemaligen Hafens Gärten und fruchtbare Aecker einnehmen. Auch Adria war in der Römerzeit ein Hafen und liegt jetzt 3$^{1}/_{4}$ Meilen vom Meere entfernt, da das Delta in Folge der Anschwemmungen sich über den Uferwall hinaus in das Meer vorschob. Die Lagunen von Venedig sind nur durch bedeutende Arbeit bis jetzt vor der gänzlichen Versandung bewahrt worden, und doch theilt Venedig vielleicht binnen Kurzem das Schicksal Ravennas. Auch die Einwohner von Comachio konnten nur durch Ablenkung sämmtlicher Ströme süßen Wassers, die sich in ihre Lagunen ergossen, die Anfüllung dieser fischreichen Binnenseen verhindern. —

Unter unsern deutschen Strömen zeichnet sich der Rhein durch seine verwickelte Deltabildung aus, bei welcher außer den Flußablagerungen und den Meeresbildungen auch die allmählige Bodensenkung der Niederlande eine einflußreiche Rolle spielt. Die Küstenlinie vom Kanal bis zur Elbmündung und längs der schleswigschen Küsten bietet eine äußerst gleichförmige Krümmung dar, welche nur durch einzelne Einschnitte und Verbindungen des Meeres mit den zahlreichen Binnenseen unterbrochen ist, die sich hinter dem Uferwalle befinden. Die Inselreihe, welche sich im Norden

des Zuidersees längs der friesischen Küste bis zur Wesermündung hinzieht, zeigt die Ueberreste dieses Uferwalls, dessen Zerstörung durch die Meereswellen sogar in historischer Zeit bedeutend vorgeschritten ist. Von der norddeutschen Ebne sind die Niederlande durch einen breiten Streifen thonigen, mit Geröll gemischten Kiessandes getrennt, welcher den Namen die Geest führt, und so wie er noch jetzt den Boden der westphälischen Steppen bildet, einst auch den Boden des Rheindeltas bedeckte, auf welchem sich die Anschwemmungen des Rheins, der Schelde und Maas ablagerten. Durch die beständigen Erhöhungen des Flußbettes, welches der Fluß oft verließ, um sich ein neues zu graben, und durch die fleißigen Bemühungen der Anwohner, sich vor Ueberschwemmungen zu schützen und das umliegende Land dem Meere und Flusse zu entringen, haben die Mündungen des Rheins, die wir jetzt unter den Namen Waal, Leck und Yssel kennen, beständige Veränderungen erlitten. Die alten Batavер behaupteten sich im Rheindelta und in Friesland, wie die Aegypter im Delta des Nil. Sie errichteten Hügel und Dämme als Zufluchtsstätten für die Zeit der Ueberschwemmung und überließen das platte Land der periodisch wiederkehrenden Fluth, welche die aufgestauten Gewässer des Landes zwang ihren Schlamm abzusetzen, der allmählig den Boden über den Bereich der Ueberschwemmungen erhöhte. Aber der Niederländer hatte nicht die Geduld des Aegypters, er wollte von der Natur abtrotzen, was

diese in langsamer Entwicklung versprach. Sie wehrten dem Eindringen des Meeres, schützten ihre tiefliegenden Aecker durch Dämme und erhielten sie trocken durch von Windmühlen getriebne Schöpfmaschinen. So entstanden die Polders, deren angeschwemmter Boden eine vorzügliche Fruchtbarkeit besitzt, die aber freilich nicht durch erneute Absätze genährt wird. An der friesischen Küste, wo die Polders weniger gebräuchlich sind, bilden sich die fruchtbaren Marschländer besonders unter Mitwirkung der Vegetation, in deren vielfachem Gewirr die Anschwemmungen zurückgehalten werden, die nun den Boden erhöhen und das sandige Wattland in Weiden und Ackerland verwandeln. Wenn aber auch die Ausfüllung der hinter dem Uferwalle gelegnen Niederungen keine unbedeutende Rolle spielt, so bleibt andrerseits das Meer durchaus nicht unthätig. Es arbeitet diesen Bildungen mächtig entgegen. Die Geschichte von Cäsars Zeit bis auf die unsrige weist eine Reihe von Einbrüchen des Meeres nach, unter denen der bedeutendste derjenige ist, welcher im 13. Jahrh. den Zuidersee bildete, an dessen Stelle damals ein Süßwassersee, Flevo, lag, welchen die Yssel durchströmte, um bei der heutigen Insel Vlieland in das Meer zu münden. Aehnliche Einbrüche des Meeres bei Sturmfluthen gaben auch dem Dollart und der Jahde ihre Entstehung, und bei Katwyk finden sich noch die Ruinen einer römischen Festung, welche der Kaiser Claudius in einer Entfernung von 600 Schritten vom Gestade anlegte, auf dem

Grunde des Meeres. Solche Erscheinungen könnten zu der Vermuthung führen, daß der Boden der Niederlande sich allmählig senkt, und dadurch die Dämme mit der Zeit unzureichend gegen die einbrechenden Meereswogen macht; wenn nicht die ähnliche Erfahrung von stets nöthiger werdenden Erhöhungen der Dämme an andern Flüssen, besonders am Nil, vielmehr auf eine Erhöhung des Flußbettes hindeutete, welche auch das eindringende Meer einen immer weitern Spielraum zu erkämpfen zwingt.

Man ist oft auch geneigt gewesen, die eigenthümlichen Mündungen unsrer Ostseeflüsse mit Deltabildungen zu vergleichen; aber im eigentlichen Sinne kann hier von solchen nicht die Rede sein. Allerdings entsprechen die schmalen Landzungen oder Nehrungen, welche dieselben gegen das Meer hin abgrenzen, den Uferwällen, und die dahinter gelegnen großen Wasserbecken oder Haffe den Lagunen, aber was gerade die Deltabildungen am meisten charakterisirt, die Anschwemmungen fehlen meist gänzlich. Am allerwenigsten können wir bei der Oder von einem Delta sprechen. Denn die Inseln Usedom und Wollin, welche den Uferdamm bilden, sind kein Produkt des Flusses und des Meeres, wofür man sie oft fälschlich gehalten hat. Sie schließen vielmehr einen festern Kern, Kreide, in sich, welche, wie es scheint, die Grundlage unsrer ganzen Ostseeländer, Mecklenburgs und Pommerns, bildet und, durch frühere Hebungen aus der Tiefe überall durchbrochen, nur an einzelnen Stellen,

wie in den Kreidefelsen Jasmunds, an die Oberfläche tritt. —

Da, wo keine Uferwälle den Eintritt des Flusses in das Meer beschützen und die Ablagerung der Gerölle und Schlammmassen begünstigen, entstehen jene offnen Buchten, welche man auch Aestuarien nennt, in denen das Meer frei aus- und eintritt und Ebbe und Fluth ungehindert, ja in größerer Ausdehnung als an andern Küsten herrschen. Die Fluth staut das Flußwasser zurück und drängt es meilenweit landeinwärts; die Ebbe öffnet wieder die Schleusen des Flusses, der nun mit vermehrtem Gefälle vorwärts strömt und seine Gerölle weit in die See hinein führt, auf deren Grunde er sie ablagert. Das überzeugendste Beispiel dieser Art liefert der Maranhon oder Amazonenstrom, der größte aller Flüsse, der aus Urwäldern, unbebautem und angeschwemmtem Lande eine ungeheure Menge von Schlamm, Sand und Treibholz in das Meer führt und dennoch kein Delta gebildet hat, weil seine Mündung durch keinen Uferdamm gegen die dort herrschende Meeresströmung geschützt wird, die wir unter dem Namen des Golfstroms aus dem Mexikanischen Golf wieder hervorbrechen sehen. Dieser Meeresstrom reißt die vom Amazonenstrom ins Meer geführten Sand- und Schlammmassen mit sich fort und bildet so bis zum Orinoko hin eine Reihe von schlammigen Uferbänken, Morästen und untermeerischen Schlammablagerungen, die sich täglich vergrößern und dem festen Lande von Guyana

sich anschließen. Bis in ungemessne Fernen werden aber die feinern Schlammtheile über den ganzen Ocean verbreitet und lagern sich auf seinem Boden in Schichten ab, von deren Vorhandensein das Senkblei unmittelbare Beweise geliefert hat.

Aber nicht bloß die Flüsse, auch das Meer selbst wird Schöpfer neuer Bildungen, indem es die Trümmer, die es an einer Küste losgebrochen, und die Sand- und Schlammmassen, die es den Flüssen geraubt hat, an andren Küsten wieder anspült. So entstehen jene Uferwälle, welche vor den eingeschnittnen Buchten jene Landzungen und Nehrungen bildeten, wodurch diese in Binnenseen und Lagunen verwandelt wurden; welche sich aber auch überall zeigen, wo nur sandige Ufer sich den Meereswellen entgegenstellen. Auch wo Flußmündungen diesen Uferwall durchbrochen haben, findet sich oft noch eine seichtere quer durch die Mündung gezogne Bank, die Barre genannt, welche oft den größeren Schiffen die Einfahrt verwehrt. Wenn die losen Sand- und Geröllmassen, welche das Meer anschwemmt, durch ein kalkiges Cement zusammengebacken werden, so entstehen sehr feste Gesteine, Kalk- und Sandsteine. Besonders werden diese Strandbildungen durch den Reichthum an kalkigen Schalen von Seethieren aller Art begünstigt, welche, in den Brandungen zerbrochen, zersplittert und zerrieben, einen bindenden Kitt bilden, der theils andre Kalkmassen, theils den Ufersand zu Gesteinen verhärtet. Ein wie jugendliches Alter diesen neuen Felsengebilden zukommt,

das beweisen die in ihnen eingeschlossenen organischen Massen und Kunstprodukte historischer Zeit. In dem Kalkstein von Guadeloupe fand man Scherben, steinerne Beile, ganze Baumstämme und Gerippe von Menschen; in den neuen Strandbildungen von Helsingör fand man sogar Stecknadeln und dänische Münzen aus der Zeit Christians IV., der Mitte des 17. Jahrh., eingeschlossen. Auch die Küsten Pommerns scheinen in der Länge der Zeit eine ganz veränderte Gestalt erhalten zu haben. Das Meer griff früher weit in das Land ein, das mit Wäldern und Sümpfen bedeckt war. In einem solchen Moorgrunde fand man zu Ende des vorigen Jahrhunderts meilenweit von der Küste einen großen Anker und Schiffstrümmer, ein Zeichen, daß auch hier das Meer Festland geschaffen, wenn auch nicht Felsengestade und Steinwälle wie an andern Küsten.

Wo kein Bindemittel den losen Sand zu festen Gesteinen verkittet, da erhält der Wind Macht über ihn und bildet Dünen, welche aus langen Reihen von über 100 Fuß hohen Sandhügeln bestehen. An flachen Küsten wird der von der Fluth angeschwemmte Sand, welcher während der Ebbe trocknet, vom Winde landeinwärts geführt, nach und nach zu einem Hügel zusammengeweht, der gegen das Meer hin sanft verläuft, wenn dies nicht seinen Fuß untergräbt und einen steilen Abfall herbeiführt. Natürlich müssen solche aufgeschüttete Flugsandmassen sehr unbeständig sein. Indem fortwährend der weggeführte Flugsand über

den Damm der Düne hinaufgewirbelt und auf der Landseite abgesetzt wird, treibt die Düne vor dem Winde her und bringt zum Schrecken der Küstenbewohner landeinwärts vor. So haben in den letzten Jahrhunderten die Dünen an den Küsten der Bretagne und der Landes weite Landstriche mit einem Sandmeere bedeckt, aus dem man nur noch einige Kirchthurmspitzen und Schornsteine verschütteter Dörfer hervorragen sieht. Wenn indeß die Dünen einerseits durch ihr Vorrücken so verderblich werden können, so darf man auf der andern Seite nicht vergessen, daß die meisten flachen Küstenländer diesen natürlichen Wällen ihr Dasein verdanken. Darum finden wir sie von den Pyrenäen bis zu den Küsten der Ostsee sich erstrecken. Aber selbst im Innern der Festländer und unter dem Spiegel des Meeres finden wir oft unverkennbare Spuren ihres Daseins. So kommen in den Steppen des südlichen Rußlands und in der Sandwüste Naryn zwischen Wolga und Ural zum Theil bewachsene Hügelzüge vor, die man für die alten Dünen des kaspischen und schwarzen Meeres ansehen muß; und auch das Sandsteinriff, welches über 200 Meilen weit den östlichen Theil von Brasilien umzieht, will man als eine vom Meere überfluthete Düne betrachten.

Aber das Meer schafft nicht immer neue Länder und schützende Dämme, es macht auch oft Eroberungen auf Kosten des festen Landes, indem es Theile desselben zernagt und verschlingt. Darin wird es noch

vielfach durch Winde und Regen, Landgewässer und vulkanische Erscheinungen unterstützt. Mythische Sagen und historische Zeugnisse bieten uns reiche Belege dieser Thätigkeit dar. Wenngleich flache Küsten am wenigsten den Ueberfluthungen des Meeres widerstehen können, so sind doch auch die felsigen Steilufer diesem zerstörenden Einfluß nicht minder ausgesetzt. Die meisten Steilküsten, welche aus den härtesten Gesteinen bestehen, zeigen eine Menge von Spalten und Klüften, in welche das Meer eindringt und große Blöcke ablöst. Zwar bilden dann allmählig die losgebrochenen Trümmer einen Damm, der die Fluth bricht und das fernere Ablösen durch die Wogen hindert. Aber bald weichen auch sie der stürmischen Gewalt des Feindes und überlassen die schutzlose Küste seinem verstärkten Grimme.

An mehr erdigen Küsten, besonders Kreide- und Sandsteinküsten, zeigt die zerstörende Kraft der Wogen die bedeutendsten Wirkungen; denn das Meer nagt an der Kreide, spült einen Theil ihrer Masse am Grunde fort und beraubt den darüber hängenden Theil oder die in den weichen Massen eingeschlossenen Blöcke härterer Gesteine ihrer Stütze, die nun herunterstürzen und vom Meere verschlungen und fortgeführt werden. Aehnliche Zerstörungen zeigen sich, wenn die Ufer aus geschichteten Gesteinen bestehen, besonders wenn die Schichtungsflächen gegen das Meer einfallen. Dann dringt das Wasser zwischen den Schichten aufwärts vor und verursacht das Herabgleiten der obern

Schichten. Aus den Trümmern dieser zerstörten Küsten bildet nun das Meer selbst Geschiebe- und Sandbänke, besonders in Meerengen und an hervorragenden Uferspitzen, wo sich fast immer zwei Wasserströme begegnen. Dafür spricht die Versandung der Meerenge zwischen Rügen und der pommerschen Küste, durch welche der Strom der Ostsee seine Wasser westlich treibt, während der Wellenschlag an den nordwärts gewendeten Dünenküsten der Inseln Daes und Zingst fortwährend Sand abspült und ostwärts fortführt. So wurde sogar die Meerenge zwischen den beiden Halbinseln Wittow und Jasmund allmählig ganz durch eine Sandbank, die schmale Haide, geschlossen, da der Eingang dieser Meerenge weiter war als ihr Ausgang, und so die mit großer Gewalt einströmenden Gewässer gehemmt und veranlaßt wurden, ihre Geschiebe fallen zu lassen. Auf ähnliche Weise bewirkt der Golfstrom da, wo er von dem Strom der Lorenzmündungen getroffen und gelähmt wird, die großen Sandbänke von Newfoundland und Neuschottland. Die Zerstörungen des Meeres sind aber viel gewaltiger und ihre Beispiele zahllos. Die ausgezackten Küsten der Bretagne, welche doch aus hartem Granit bestehen, zeigen noch deutliche Spuren von ihren vielfachen Veränderungen, deren noch alte Sagen gedenken. Während des 9. Jahrh. sollen die Wellen Wälder und Dörfer verschlungen haben und noch jetzt findet man ihre Ueberreste auf dem Boden des Meeres. Nicht minder deutlich zeigen die Küsten Großbrittaniens

und Irlands, wie wenig selbst Felsengestade den Gang des Weltmeeres aufzuhalten vermögen, wie irrig der Glaube an die Beständigkeit der vorhandnen Festländer oder an das Unvermögen jetzt wirkender Ursachen ist. Die ganze Küste von Yorkshire vom Tee bis zum Humber ist in einem Zustande stufenweisen Verfalls; 300 Fuß hohe schroffe Abhänge zeugen von der fressenden Kraft des Meeres. An den niedrigen Ufern des Washbusens steht ein großer versunkner Wald unter Wasser, dessen Bäume an Stämmen, Wurzeln und Aesten noch unversehrt sind, und deren Harz noch benutzt wird. Mehrere Meilen des Meeresbodens bedeckt diese Holzablagerung, und wo jetzt das Meer fluthet, stand einst die Kirche des Dorfs. Und noch an vielen Küsten Englands findet man jetzt nur Sandbänke im Meere, wo einst die Geschichte bedeutende Städte erwähnte. Auch die Stadt Brighton lag noch unter der Regierung der Königin Elisabeth da, wo jetzt nur eine Reihe von Pfeilern sich ins Meer erstreckt; von der alten Stadt ist keine Spur mehr vorhanden. Die Insel Shepey am Ausfluß der Themse wird noch jetzt von dem zerstörenden Wogendrange mit Vernichtung bedroht, und die Erfahrungen der neuesten Zeit lassen ihren Untergang im Laufe dieses Jahrhunderts besorgen. Die Reculverkirche stand noch zur Zeit Heinrichs VIII. eine Meile vom Meere entfernt; jetzt ist bereits der Kirchhof mit den angrenzenden Häusern weggeschwemmt, die Kirche steht einsam und verlassen, und der Felsen, auf dem sie ruht, wäre längst

gleichfalls ein Raub der Fluthen, wenn nicht die Kunst des Menschen durch Steindämme und Holzpfeiler die Wogenmacht gebrochen hätte. Wie sich nicht minder verheerend die Meeresfluthen an den Nordseeküsten Hollands und Deutschlands bewiesen haben, das zeigten uns schon früher die Durchbrüche des Zuidersees, des Dollart und der Jahde. Auch an den flachen Westküsten der Dänischen Halbinsel besteht ein alter Kampf zwischen Land und Meer, der einst Jütland zu einer Insel zu machen droht. Noch im Jahre 1824 durchbrach bei einer Sturmfluth das Meer die schmale Landenge, welche Nordjütland mit den übrigen Theile der Halbinsel vereinigte und die Wasser der Nordsee ergossen sich in den Lymfiord, einen Busen der Ostsee. An den Küsten von Schleswig lag einst ein sehr fruchtbarer und bevölkerter Landstrich, Nordfriesland genannt, der eine Halbinsel von 9 — 11 Meilen Länge und 6 — 8 Meilen Breite bildete. Im Jahre 1240 wurde er vom Festland abgerissen und bis auf eine kleine Insel Nordstrand von den Wellen verschlungen. Aber auch diese immer noch durch Bevölkerung und Kultur berühmte Insel wurde im J. 1638 von den Fluthen zerrissen, und jene schreckliche Katastrophe, die über 6000 Menschen das Leben kostete, ließ nur drei kleine, noch immer von gleichem Schicksale bedrohte Inseln übrig, Nordstrand, Pelworm und Lütjemoor. Auch die Ostsee hat an ihren unbeschützten Südküsten manche Verwüstungen angerichtet. An den Küsten Samlands finden sich jetzt Buchten an der Stelle

ganzer Strecken Acker- und Waldlandes, die noch in historischer Zeit erwähnt werden. Rügen aber ist der sprechendste Zeuge für diese Zerstörungen. Wenngleich die vielfachen Sagen, welche von einem frühern Zusammenhange Rügens mit dem pommerschen Festlande einerseits und mit den Kreidebänken der dänischen Inseln andrerseits, so wie von der gewalsamen Trennung der Insel Hiddensee von Rügen durch eine Sturmfluth im 14. Jahrhundert erzählen, keinen Glauben verdienen, durch historische Nachrichten vielmehr widerlegt werden, so läßt sich doch nicht läugnen, daß in älterer Zeit ein solcher Zusammenhang mehr als wahrscheinlich ist. Die Zerstörungen, welche die Ostsee in neueren Jahren verrichtete, sind ein redender Zeuge von ihren früheren Thaten. Die Stürme des Jahres 1837 wühlten bei Swinemünde die mächtigsten Granitblöcke aus dem Meeresgrunde auf und schleuderten sie weit über die schützenden Dämme. Der Leuchtthurm auf Usedom war von den Wellen überschwemmt und dem Untergange nahe. Meeressand, Muscheln und Seetang wurden 50 bis 80 Fuß hoch über die steilen Ufer bis tief in die Wälder hinein getrieben. Es ließen sich noch zahlreiche Beweise von Küstenveränderungen und Verwandlungen von Festländern in Inseln und Meeresgrund aufzählen; doch das Angeführte genügt, um zu zeigen, daß in einer fernen Zukunft die nagende Kraft des Wassers den Küstenumrissen der Festländer und Inseln eine ganz andere Gestalt geben wird, als sie jetzt ist. Aber nicht bloß an den Küsten, auch am

Meeresgrunde ist die Kraft der oceanischen Fluthen in ununterbrochner Thätigkeit. Man hat Bewegungen des Meeres beobachtet, die über 200 Fuß tief reichten und so mächtig waren, daß sie bedeutende Felsmassen in Stücke zerschlugen und als Trümmergestein auf die Küste warfen. An den Shetlandsinseln sind solche ungeheure Blöcke, die oft mehrere 100 Fuß weit weggeschleudert werden, eine gewöhnliche Erscheinung, und werden von den Leuchtthurmwärtern Reisende oder Travellers genannt.

Großartiger, als alle jene Zerstörungen von Küsten, sind die Durchbrüche, welche aus einem Meere in das andre erfolgt sind, Ereignisse, die frühen Epochen unsres Erdballs angehören. Kaum dunkle Sagen erwähnen ihrer, aber der Boden selbst trägt die natürlichen Denkmäler dieser Ereignisse in sich. Zu den merkwürdigsten Begebenheiten dieser Art gehört der Durchbruch des thracischen Bosporus oder der Meerenge von Konstantinopel. Bei alten Schriftstellern, Homer, Herodot, Plinius finden sich viele Nachrichten über einen einstigen größern Umfang des schwarzen, asowschen und kaspischen Meeres, die aus einem bloßen Irrthume oder der damaligen mangelhaften Schifffahrtkunst nicht zu erklären sind. Den Aralsee, der jetzt zum Theil nur durch sandige Niederungen vom kaspischen Meere geschieden ist, scheint Herodot nicht gekannt zu haben, und spätere Geographen lassen sogar den Jaxartes und Oxus sich unmittelbar in das kaspische Meer ergießen. Andere Nachrichten aus späterer

Zeit sprechen von ehemaligen Seen im südlichen Rußland, von einem großen Sumpfe, den Attila mit seinen Hunnen zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere durchzogen habe, und der jetzt nicht mehr vorhanden ist. Alles das deutet auf einen einstigen größern Umfang dieser Meere, auf einen höhern Wasserstand derselben und einen früheren Zusammenhang unter einander hin. Aber solche Sagen und Nachrichten könnten gar keinen Werth für uns haben, wenn nicht neuere wissenschaftliche Untersuchungen in jenen Gegenden ihre Angaben bestätigten und unzweifelhaft jene Länder als alten Meeresboden erwiesen. Zu den Thatsachen, welche diese Behauptung begründen, gehören besonders die Steppen, welche sich vom westlichen Ufer des kaspischen Meeres bis an die Sarpa, und von dem nördlichen bis zu den Anhöhen des Ural hinziehen und aus einem mit Schlamm verbundenen salzhaltigen Sande bestehen, über welchen überall zahlreiche Salzseen verbreitet sind. Auch die dort zerstreuten Schalen von Muscheln, die den noch jetzt im kaspischen Meer lebenden Arten angehören, und die zum Anbinden der Schiffe dienenden Ringe, die man selbst am Hämus einige 100 Fuß hoch über dem Meere gefunden hat, geben ein Zeugniß für die einstige Herrschaft des Meeres über diese Länder ab. Zahlreiche wissenschaftliche Reisen neuerer Zeit haben uns selbst die Küstenlinie dieses alten Meeres zum Theil kennen gelehrt. Die alte Mündung des Don muß einst da gewesen sein, wo jetzt der Donez in ihn mün-

det; und wirklich sieht man dort zwischen Tscherkask und Taganrok sich eine Kalksteinanhöhe hinziehen, welche offenbar einst das alte Seeufer bildete. Auch weiter östlich findet man an den Nordrändern der niedrigen Steppen 200 Fuß hohe, steil abfallende Kalk- und Sandhügel, wahrhafte Dünen, die rings in einem Kranze das ehemalige Ufer umgeben. So läßt sich wenigstens in den genau untersuchten Theilen dieser Gegend überall mit ziemlicher Sicherheit die Grenze des ehemaligen Meeres nachweisen. Dieses weite, früher geschlossne Meer empfing eine ungeheure Wassermasse aus allen Strömen, von der Donau bis zum Amu und Sir, dem Oxus und Jaxartes der Alten. Mit diesen mächtigen Zuflüssen konnte sich wohl die Verdunstung nicht lange im Gleichgewicht halten. Das Niveau des Meeres erhob sich immer höher, bis es an der niedrigsten Stelle seiner Ufer anfing überzufließen und sich ein Bett einzuschneiden. Dieses Bett wurde immer tiefer, immer mehr Wasser wurde abgeführt, und der Wasserspiegel sank. Fanden sich vielleicht im neuen Bette Lagen von minder fester Steinart, so konnte leicht der ungeheure auf die Stelle des Abflusses wirkende Druck der Wassermasse auf einmal so beträchtliche Einbrüche in den Boden machen, daß der vorher allmählige Abfluß sich in einen reißenden Durchbruch verwandelte und eine Ueberfluthung der vorliegenden Land- und Wasserflächen hervorbrachte, die nicht eher nachlassen konnte, als bis der ganze Spiegel der abströmenden Wassermassen auf dieselbe Höhe herabgesunken war, in

welcher sich der Spiegel des ägäischen Meeres unterhalb des Durchbruches befand. Bedenken wir nun, daß vor dem Durchbruche das Meer eine Fläche von 30000 □M. einnahm und 200 Fuß über dem jetzigen Niveau des schwarzen Meeres lag, so wird leicht begreiflich, daß bei gewaltsamem Durchbruch ungeheure Wasserfluthen gegen die Küsten des ägäischen Meeres anstürmen und die niederen Landschaften verwüsten oder bleibend unter den Wellen begraben mußten. Das sind vielleicht jene Deukaleonischen Fluthen, welche nach den alten griechischen Sagen einst Thessalien und den Peloponnes betroffen haben. Uebrigens ist es sehr wahrscheinlich, daß es selbst nach einem so rasch erfolgten Durchbruch Jahrhunderte währte, ehe der Spiegel des abfließenden Meeres auf die letzte Tiefe herabsank, und sein Umfang sich so verminderte, daß zu beiden Seiten des jetzigen kaspischen Meeres die beiden breiten Isthmen entstanden, durch welche das frühere Meer in drei große Seen getrennt wurde. Noch heute zeigt der Bosporus das Ansehen eines fortwährenden ruhigen Stromes, welcher noch immer seine Ufer durch Losreißung vom Lande erweitert. Daß das kaspische Meer jetzt nach den neuesten Forschungen 37 Fuß, nach älteren Annahmen sogar 76 Fuß, tiefer als das schwarze Meer liegt, ist wohl daraus zu erklären, daß nach der Trennung der Meere das Becken, welches für das kaspische Meer geblieben war, für die Wolga allein zu groß war, so daß die Verdunstung, zumal unter jenen heißen Himmelsstrichen, den Zufluß überwog. Sein

Spiegel mußte folglich sinken und die Wolga in Folge dieses Zurückweichens auf dem neuen Boden ihren Lauf verlängern und sich durch neue Quellen verstärken, bis beide wieder im Gleichgewicht standen. Auch der Aralsee zeigt deutliche Spuren, daß er von seinem ehemaligen Stande herabgesunken sei; denn fast die Hälfte desselben besteht aus Sümpfen, zwischen denen zahllose Inseln liegen. Er konnte aber, da ihm mehrere im Verhältniß zu seinem Umfange sehr bedeutende Zuflüsse von Osten her blieben, nicht so tief, als das kaspische Meer sinken. Nach neueren Untersuchungen steht er daher 71 Fuß über dem kaspischen, also sogar noch 34 Fuß über dem Niveau des schwarzen Meeres.

Ein zweiter nicht minder wichtiger Meeresdurchbruch gab der Straße von Gibraltar ihren Ursprung. Alte und neuere Schriftsteller haben ihn wohl als eine Folge von jenem des thracischen Bosporus und von der dadurch bewirkten Ueberfüllung des Mittelländischen Meeres darstellen wollen. Allein ein solcher Zusammenhang erweist sich als unstatthaft. War das Mittelländische Meer vor dem Durchbruch des Bosporus geschlossen, so muß es bei dem bekannten Uebergewicht seiner Verdunstung über seinen Zufluß einen niedrigeren Wasserstand gehabt haben, als jetzt, wo sein Wasserstand nur durch das Einströmen des atlantischen Oceans erhalten wird. Demnach ist nicht zu bezweifeln, daß hier ein Durchbruch eine Felsenreihe zerrissen und jenes mächtige Thor gebildet habe, das man

einst die Säulen des Hercules nannte. Alte Sagen weisen noch Nachwirkungen jenes Durchbruchs in historischer Zeit auf. Einst soll einer alten karthagischen Sage zufolge das Meer in jener Straße eine so geringe Tiefe gehabt haben, daß sie nur mit platten Schiffen befahren werden konnte. Andre Schriftsteller erwähnen einer breiten Sandbank, die sich quer über von einem Kontinent zum andern erstreckte, und die man die Schwelle des innern Meeres nannte. Später sollen sich noch Untiefen und mehrere Inseln in der Meerenge gefunden haben, die jetzt nicht mehr vorhanden sind. Alle diese Angaben deuten unverkennbar auf ein fortwährendes Durchwaschen und Hinwegströmen des Grundes hin, so daß jene Inseln und Untiefen als die Ueberbleibsel der ehemaligen, vielleicht in vorhistorischer Zeit zerstörten Landenge zu betrachten sind. Eine bis in unsere Zeit fortdauernde Nachwirkung jenes Durchbruchs ist die beobachtete allmählige Erweiterung der Straße, deren Breite noch 100 Jahre v. Chr. auf eine Meile angegeben wird, während sie jetzt an der engsten Stelle über 2 Meilen beträgt. Für einen ehemaligen Zusammenhang zwischen Europa und Afrika spricht endlich noch der bekannte Umstand, daß auf den Felsen von Gibraltar Affen und Zibethkatzen einheimisch sind, Thiere, die unbestritten nach Afrika gehören, und die sonst kein andrer Theil Europas besitzt. Daß also ein Durchbruch stattgefunden habe, kann nicht mehr fraglich sein, wohl aber, von welcher Seite er erfolgte. Hier sprechen nun alle Erscheinungen an

Land und Meer für einen Einbruch des Oceans. Denn der Spiegel des Mittelmeeres mußte, so lange es geschlossen blieb, wegen der überwiegenden Verdunstung stets sinken, und die Gebirgsmassen, welche es vom atlantischen Ocean trennten, hatten einem immer stärker werdenden einseitigen Drucke Widerstand zu leisten, bis sie endlich durch die Gewalt der Sturmfluthen des atlantischen Oceans durchbrochen wurden. Der trichterförmige Vorhof der Straße, dessen weiteste Oeffnung vom Cap St. Vincent bis zum weißen Vorgebirge in Marocco reicht, ist ohne Zweifel eine Vertiefung, die sich der Ocean in seine Ostküsten gewühlt hat. Die enge Oeffnung dieses Trichters befindet sich gerade an der Stelle, wo die Gebirgskette in einer Linie von Europa nach Afrika übergeht, wie noch jetzt die gleiche Gebirgsart der beiden vorspringenden Felsspitzen beweist. Hinter dieser Bergkette, die vielleicht eine Vertiefung an der Stelle der jetzigen Straße hatte, oder durch eine Katastrophe bekam, lag der große Binnensee des heutigen Mittelmeeres, und so konnte leicht der Ocean an der Stelle, wo ihm der schmalste Damm entgegenstand, diesen durchbrechen oder eine entstandene Spalte durchfluthen und bei einmal erfolgter Verbindung der beiden Wasserbecken endlich bis zur heutigen Breite erweitern. Dies ist der wahrscheinlichste Vorgang und zu natürlich, als daß man gerade nöthig hätte, die Mitwirkung vulkanischer oder anderer Kräfte in Anspruch zu nehmen. Noch jetzt fließt jener Oststrom unablässig in gleicher Richtung fort, nichts ver-

ändert ihn oder hält ihn auf, weder der Ostwind noch die Ebbe des Oceans, ein sichrer Beweis, daß noch jetzt das Niveau des Mittelmeeres niedriger steht, als das des Oceans.

Nicht auf historischen Nachrichten, auch nicht auf Sagen, sondern allein auf physischen Gründen beruht die Annahme, daß auch England und Frankreich einst eine Landenge verbunden habe, die später von den Meeresfluthen durchbrochen sei. In der That zeigen dort die gegenüberliegenden Küsten eine genaue Aehnlichkeit in Masse und Form und gerade an der schmalsten Stelle der jetzigen Meerenge von Calais stehen zu beiden Seiten die höchsten Felsenhöhen beider Ufer. Auch zeigt die geringe Tiefe des Wassers, daß noch jetzt der zackige und felsige Meeresboden dort einen langgezogenen Hügel bildet, dessen Rücken in der Richtung von Dover nach Boulogne liegt und dessen Abhänge sich nach beiden Seiten hin sanft verflächen. Auch das Dasein von wilden Thieren, Wölfen, Bären 2c., die in älterer Zeit in England in Menge gefunden wurden, spricht für den einstigen Zusammenhang der Insel mit dem Festlande. Jedenfalls erfolgte aber die Durchbrechung der Landenge von der Nordsee her, da von der Seite des Kanals her die Kraft des Oceans auf einem immer seichter werdenden Grunde schon viel verlieren mußte, während sie in dem weiten Busen der Nordsee ungeschwächt bis in seinen tiefsten Hintergrund eindringen konnte. Erinnert man sich, daß die Fluthwellen des atlantischen Oceans um Schottland herum

von Norden nach Süden an den Ostküsten von England vordringen, und bedenkt man die bedeutenden Zuflüsse, welche die Nordsee empfängt, so ist sehr wahrscheinlich, daß sie vor dem Durchbruch einen erhöhten Wasserstand hatte. Der Felsendamm hatte also einen stärkern Druck von der Seite des deutschen, als des atlantischen Meeres auszuhalten, und mußte ihm zuletzt bei Sturmfluthen weichen.

Mag man nun auch den Sagen und theilweise historischen Berichten über solche Durchbrüche wenig Gewicht beilegen, so sind doch physische Gründe genug vorhanden, welche diese Vorgänge wahrscheinlich machen, so daß auch die Entstehung des Sundes, der Behringsstraße, der Straße von Bab-el-Mandeb, und der Meerenge zwischen den Inselketten Ostindiens, wenn gleich keine Sage von ihnen meldet, ähnliche Ursachen haben muß. Warum sollen nicht jene Ursachen, welche die Küstenumrisse der Länder zu verändern vermögen, bei vermehrter Kraft und in längeren Zeiträumen auch die großen Durchbrüche der Meere bewirken können? So hat das Wasser selbst seit der ältesten Zeit ununterbrochen an der Aenderung und Umgestaltung der großen Meeresbecken und der Festländer und ihrer gegenseitigen Verhältnisse gearbeitet, und wie wir sehen, nicht ohne Erfolg.

Alle diese Zerstörungen und Auflösungen des Wassers konnten aber natürlich nur da eintreten, wo die Gewässer wirklich mit den Gesteinen in Berührung treten. Da jedoch Meere, Flüsse und Seen immer nur

auf bestimmte Oertlichkeiten beschränkt sind, so würde auch diese Einwirkung des Wassers nur eine beschränkte sein. Aber auch die überall verbreitete Atmosphäre ist mit Wasserdünsten erfüllt, welche, wenn gleich langsamer, dieselben Zerstörungen bewirken oder doch vorbereiten. Felsflächen, die durch keine schützende Hülle gedeckt sind, werden durch den Wechsel von Nässe und Trockenheit, durch Thau und Reif, den schmelzenden Schnee und Regengüsse bald schneller, bald langsamer angegriffen. Nicht allein die Farbe ihrer Oberfläche wird durch Oxydation oder Auswaschung der färbenden Bestandtheile geändert, die Verwitterung dringt auch tiefer ein, verwandelt feste Gesteine in Grus- und Sandmassen, erweitert kleine Risse zu weit klaffenden Spalten mit gerundeten Ecken, vertikale Klüfte zu Engpässen. Eine der einflußreichsten Ursachen solcher Zerstörungen in Gebirgen ist die Abwechselung von Frost und Hitze. Das Wasser dringt in die Spalten und Klüfte der Felsen ein, gefriert und treibt die festesten Massen wie ein Keil auseinander. So lange das Eis noch wie ein Bindemittel die Massen zusammenhält, erleidet der Fels keine Veränderung, aber im Frühjahr, wenn es thaut, weichen die zerrissnen Massen aus ihrem Zusammenhange und stürzen zusammen. Kalksteine zerfallen in eckige Trümmer, Granite und Porphyr in Grus oder Porcellanerde, Sandsteine in Sand. Bleiben solche vielfach zerklüftete Felsentrümmer stehen, so bilden sie jene sogenannten Felsenmeere oder Teufelsmühlen, welche man im Harze, dem Oden- und Schwarz-

walde, auf dem Riesen- und Fichtelgebirge und auf den granitischen Hochebenen Schottlands, Englands und an andern Orten antrifft, und mit deren bizarren Gestalten und wunderbaren Uebereinanderlagerungen die Mährchenlust des Volkes sich und den Teufel so vielfach beschäftigt hat. Wenn schon der Granit so wenig der nagenden Kraft der Atmosphäre zu widerstehen vermocht hat, so hat der Sandstein natürlich weit großartigere Zerstörungen erlitten. Die auffallenden Säulenbildungen der Adersbacher Felsen in Böhmen und des Bielergrundes in der sächsischen Schweiz geben dafür die besten Belege. Ueber 300 Fuß hoch steigen die weißen Sandsteinpfeiler oft in den seltsamsten Gestalten, gleichmäßig geschichtet, aus dem weiten Thalgrunde empor. Bald stehen sie vereinzelt, oder durch Steinplatten brückenartig verbunden, bald dicht gedrängt, nur durch enge Spalten geschieden. Auf ähnliche Weise haben sich auch die Karrenfelder der Schweiz durch rinnenförmige Auswaschungen in Kalkfelsen gebildet, wie man sie dort oft in stundenweiter Ausdehnung findet. Die Riesentöpfe in Schweden, auf dem Harz und in Schottland haben keinen andern Ursprung. Sie sind kesselförmige Vertiefungen mit geschliffenen Wänden, zum Theil von Rollsteinen erfüllt, meist in der Nähe von Wasserfällen oder Stromschnellen, denen sie ihren Ursprung verdanken. Oft bringt das Wasser nur Schliffflächen an den Felsen hervor, über die es hinstürzt, oder zeichnet sie mit Strichen und Rissen, wenn härtere Gesteine seiner glättenden Gewalt wider-

stehen. Am schnellsten schreitet die Zerstörung vor, wenn das atmosphärische Wasser in lockern, leicht auflöslichen Boden eindringt. Dann lösen sich an steilen Gehängen ganze Massen ab und bilden Bergschlüpfe, wie sie sich in den Alpen besonders ereignen, wenn bei lauen Südwinden auf den mit Schnee bedeckten Boden mehrere Tage lang Regen fällt. Oft stürzen diese Erdschlüpfe in Gebirgsbäche und hemmen den Abfluß des Wassers, bis dies mit Gewalt den hindernden Damm durchbricht, ihn mit allem, was im Wege steht, tosend und krachend vor sich herschiebt, und indem es neue Bahnen sucht, oft die schönsten Wiesen, Aecker und Gärten für immer unter seinem Schutte begräbt. Solche Schlammströme nennt man in der Schweiz Rüfenen. Man erkennt ihre furchtbaren Wirkungen an den mächtigen Schuttmassen von Felsblöcken und Sand, die sie am Fuße der Gehänge oft 15—20 Fuß hoch aufthürmen. Selbst der veränderte Stromlauf eines Thalbachs kann das Untergraben eines Gebirgsfußes, Bergschlüpfe und eine lange Reihe von Zerstörungen veranlassen. Oft schon hat unvorsichtiges Schlagen von Wäldern in den Alpen und andern Gegenden für große und fruchtbare Thäler die schrecklichste Verödung herbeigeführt; und die Verminderung des Holzstandes oder eine längere Folge ungünstiger Jahre können für ganze Gebirgssysteme, die früher wenig durch solche Erosion litten, Veranlassung zu Zerstörungen werden, deren Ende nicht vorauszusehen ist.

Erwägt man den Einfluß, den so bedeutende Erosionen auf die Gestalten des Gebirges ausüben müssen, so gewinnt man leicht die Ueberzeugung, daß die Umrisse der Gebirgskämme größtentheils ihr Werk sind. Bei geringem Wechsel der Steinart werden die Umrisse einförmig, gradlinig, wie am Jura und mehreren Alpenketten, wo aber feste Gesteine mit leichter zerstörbaren wechseln, entstehen jene zahnartigen, oft tausend Fuß hohen Felsstöcke und Hörner, die durch tiefe Einschnitte getrennt werden. Die noch immer fortschreitende Zerstörung, die jedes Hochgewitter, jedes Schmelzen der Gletscher in dem heutigen Boden der Alpen hervorbringt', die zerrissnen Schluchten, die wilden Trümmerhalden, die niederstürzenden Gipfel, deren Donner noch immer das öde Schweigen der Alpennatur unterbricht, Alles das drängt zu der Ueberzeugung, daß so wie heut, die Erosion seit undenkbaren Zeiten an der Gestaltung unsrer Gebirge gearbeitet haben müsse. Die seltsamen Gestalten des Pfaffenstocks im Simmenthal, des Hörnli in Graubündten, des Dent de Morcles in Wallis, des Mürtschenstocks am Wallenstädter See sind lebende Zeugen dieser Zerstörungen durch atmosphärische Wasser auch in der grauen Vorzeit. Der rauhe, felsige Charakter eines Gebirges zeigt, daß noch jetzt die Erosion vorherrscht und es zu keiner bleibenden Ablagerung von Dammerde kommen läßt; denn wo die Ruhe eingetreten ist, da stellt sich auch die Vegetation wieder ein, das Wurzelgeschlecht befestigt die Dammerde und die Zerstörungswuth der Erosion

bricht sich an der schöpferischen Thätigkeit der organischen Lebenskraft.

Unter allen diesen vielen Veränderungen ist eine der wichtigsten die Thalbildung, die oft allein der Auswaschung gewisser Gebirgsarten und der Stoß- und Tragkraft von Flüssen und Strömen zugeschrieben werden muß. Der auswaschenden und wogenden Kraft des Wassers, die wir so eben kennen lernten, erliegt zwar lockerer Boden am leichtesten, aber auch Felsengrund wird vom rinnenden Wasser eingeschnitten, wenn auch oft nach langen Zeiträumen. Manche Wasserfälle der Schweiz haben seit 50 — 100 Jahren ihre Gestalt und ihr Felsbett nicht wesentlich verändert, obgleich sie mit großer Gewalt ihre Wassermassen an entgegenstehende Klippen und Felsblöcke anschlagen; aber diese bestehen aus Granit oder hartem Kalk. Der Niagarafall dagegen ist in den letzten 40 Jahren um 150 Fuß zurückgewichen. Die mächtigen Schieferablagerungen, auf welchen die 40 Fuß dicken harten Kalksteinbänke seines Absturzes ruhen, werden von den mit Sturmesgewalt aus der Tiefe emporspritzenden und dagegen getriebenen Wassermassen fortwährend abgelöst und fortgerissen, so daß der darüber liegende Kalkstein tafelartig hinausragt und seiner Stütze beraubt in die Tiefe hinabstürzt. Die abgeschwemmten Theile, Felstrümmer, Kiesel und Sand, vollführen nun die gröbste wie die feinste Arbeit des Steinhauers, runden und glätten die Kanten und Ecken der Felsarten ab, graben flache und tiefe innen abgerundete und der Strö-

mung folgende Furchen und Rinnen, größere Kessel und flache Schüsseln ein. Der tiefe von steilen Felsmauern eingeschlossene Schlund, durch welchen der Lorenzo nach seinem Sturze fortbraust, ist das Werk dieser unausgesetzten Zerstörungen des empörten Elements. Auch die Wasserfälle Lieflands, Esthlands und Ingermannlands geben einen Beweis von ihrem Hinaufrücken in das Land. Von einem Kalkplateau, welches auf Sandstein ruht, stürzen hier alle aus dem Innern des Landes kommenden Flüsse gegen den Finnischen Meerbusen hin in Wasserfällen hinab. Schon sind ihre Betten oft bis zum Sandstein eingeschnitten, und diese weiche Unterlage wird so heftig angegriffen, daß die oberen Schichten mehr und mehr zusammenbrechen. Einzelne Fälle sind bereits seit Menschengedenken mehrere Meilen zurückgewichen. So schafft sich das rinnende Wasser zuerst sein Bett, gleichsam ein kleines Thal, daß sich durch Nachstürzen der Ufertheile immer mehr erweitert, und ganz dieselben einfachen Mittel sind es, deren sich die Natur bei der Bildung der meisten größeren Thäler bedient hat.

Man unterscheidet gewöhnlich Erosionsthäler und Stromthäler. Wenn die ein Thal einschließenden Gebirge aus festem, Widerstand leistendem Gestein bestehen, während eine leicht zerstörbare Formation den Thalboden und die tiefern Theile der Thalwände bildet, so ist das Thal, welches durch die Zerstörung dieser Formation entsteht, ein Erosionsthal. Die Seitenthäler des Wallis, das Simmenthal in den Berner-

alpen und die meisten Thäler des Jura tragen noch die unverkennbaren Spuren ihres Ursprungs in den gleichen Schichtenlagen der gegenüberstehenden Thalseiten an sich. Aber nicht immer läßt sich die Gestaltung der Thäler durch die allmählige Wirkung atmosphärischer Gewässer, sondern oft nur durch die Stoß- und Tragkraft von Strömen erklären. Dies ist der Fall bei den sogenannten Stromthälern, welche sich meist in beträchtlicher Länge erstrecken und bald sich allmählig senkend in ein größeres Thal oder eine Ebene münden, bald nach beiden Seiten geöffnet das Verbindungsglied zweier größeren Weitungen bilden. Oft zeigt der Thalboden die Spuren der frühern Thätigkeit des rinnenden Wassers theils in mächtigen Stromablagerungen, theils in stufenförmigen Absätzen längs der Thalwände, welche offenbar entstanden, als der das Thal durchströmende Fluß sich periodisch ein immer tieferes und engeres Bett grub. Viele Alpenthäler zeigen diesen Charakter auf das Stärkste ausgeprägt. Die der Aar, der Rhone und des Vorderrhein gehören zu den ausgezeichnetsten Stromthälern. Die Wirkungen gewaltsamer, vorübergehender Fluthen tritt überhaupt in zahlreichen Thälern der Gebirge wie des Flachlandes so unverkennbar hervor, daß Alles zu der Ueberzeugung drängt: die Berge blieben hier unverrückt, nur ein Theil ihrer festen Masse wurde herausgeschnitten und gewaltsam entführt. Aber es wäre sehr gewagt, nach noch immer sehr verbreiteten Annahmen behaupten zu wollen, alle Thäler seien das Werk strömender

Wasser. Die frühesten Anfänge zur Thalbildung haben wir sehr häufig in der ursprünglichen Gebirgsbildung zu suchen, in der Emporhebung und Zerreißung fester Felsdecken, in Spalten und Klüften, durch welche rinnenden Wassern ihr Lauf vorgezeichnet wurde. Gebirgsthäler, Schluchten und Engpässe haben meist das Ansehen großer Spalten, hervorgebracht durch Aufrichtungen und Verschiebungen großer Gebirgsmassen, erweitert, vertieft und zerstückt durch den nagenden Zahn der Fluthen. Da, wo sich die Schichten der einen Thalwand ganz anders geordnet darstellen, als auf der entgegenliegenden, wo die Schichten beider Thalwände sich entweder muldenförmig dem Thalgrunde zuneigen oder spaltenartig von ihm abfallen; da sind die Gebirgsmassen selbst in Bewegung gewesen, da wurde durch die Zerreißung der Schichten das Thal gebildet und nur später gaben andere Kräfte ihm seine jetzige Gestalt.

Die furchtbarste aller durch die Zerstörungen der Erosion bewirkten Naturereignisse sind die Felsstürze und Bergfälle. Fruchtbare Landstriche werden durch sie zu schauerlichen Wüsten umgeschaffen, Hütten und Dörfer unter Schutt und Ruinen begraben, Thäler verschlossen, Quellen verstopft, Bäche und Flüsse in ihrem Laufe gehemmt und in Seen verwandelt, die wenn sie den Schuttdamm durchbrechen, weite Landschaften überfluthen; Wälder werden umgestürzt und unter Felstrümmern versenkt, aus denen nur ihre gewaltigen Stämme mit ihren Wurzeln hoch emporra-

gen. Man glaubt sich an Orte versetzt, wo die feindliche Wuth des Erdbebens oder die sinnreiche Zerstörungskunst des Menschen gewaltet; so wild und zerrissen ist der Anblick dieser zersprengten Blöcke und übereinandergestürzten Trümmer. Jahre vergehen, ehe sich wieder Strauchwerk zwischen dem öden Schutt hervordrängt, und Epheu und Geisblatt mit ihrem Hoffnungsgrün die rauhen Massen umranken. Endlich sprossen auch wieder Gras und Wald auf den Schutthalden und verhüllen mit ihrem üppigen Schleier die Spuren früherer Zerstörung. So furchtbare Ereignisse kennen wir besonders aus jenen Alpengebirgen, deren zackige Gipfel in die ewige Eisregion hinaufreichen. Regen, Kälte, Thauwetter wirken hier gleichzeitig ein. Zu Jahrhunderte alten Spalten gesellen sich täglich neue. Klüfte erweitern sich und füllen sich mit Wasser, Frost treibt ihre Wände auseinander. Ganze Felsstücke werden verschoben und bilden Vorsprünge am steilen Gehänge, die mit der Zeit herabstürzen müssen. Im Himalaya sind diese Erscheinungen wahrhaft grausenerregend. In den Pässen der Gangesquellen, 16000 Fuß über dem Meere, zwischen himmelanstrebenden Bergen, sprengt der Frost unablässig gewaltige Felsblöcke los, deren Trümmer den Boden der Pässe bedecken. Bergströme durchtränken oft die weicheren Gesteinlagen und waschen sie hinweg; die getrennten Blöcke stürzen dann mit unaufhaltsamer Geschwindigkeit von den schwindelnden Höhen herab. Auch die Schweizer Alpen sind reich an Schrecknissen dieser Art. Noch im

Jahre 1806 vernichtete der Sturz des Roßberges bei Goldau das Leben von 1000 Menschen. Zum Glück treten die Felsstürze nicht immer ganz unerwartet und plötzlich ein; denn die Revolutionen der Natur haben so gut wie die der Völker ihre Vorboten, und wehe dem, der die einen oder die andern verkennt oder verleugnet! Zunehmendes Geröll, Oeffnen der Spalten, Senkungen der Felswände sind die ersten Anzeichen der drohenden Gefahr. Ein dumpfes, donnerähnliches Geräusch ertönt, der Himmel wird von Staubwolken verfinstert; jetzt stürzen mit Blitzesschnelle die Felswände von der Höhe, und in wenigen Augenblicken sind die Abhänge von Trümmern bedeckt, die Thäler verschüttet. Durch solche Warnungen verkündigen sich die häufigen Felsstürze des Calanda über Felsberg. Die Anwohnenden entgehen der Vernichtung, die über ihre Wohnungen hereinbricht. In älteren Zeiten sind oft ganze Städte von Felsstürzen begraben worden, und was man Erdbeben zuschrieb, war oft nur Wirkung dieser Erscheinungen. So wurde im J. 1747 unweit Piazenza die zur Römerzeit verschwundne Stadt Velleja mit allen ihren Denkmälern einstiger Größe unter 20 Fuß hohem Schutt wiederholter Bergfälle hervorgegraben. Die meisten Gipfel der Schweizer Alpen erhielten durch solche Stürze ihr zerrissnes Ansehen. Zweimal brachen im vergangenen Jahrhundert die spitzen Hörner der Diablerets in Wallis zusammen. Tage lang währte der Sturz, 2 Stunden weit flogen die Bruchstücke und über 8 Stunden weit breiteten sich

die Staubwolken aus. Als im Jahre 1835 die gewaltige Pyramide des Dent du Midi am linken Rhoneufer niederstürzte, stiegen Tage lang dichte Staubwolken zu großen Höhen empor. Gletscher waren in die Schluchten geschleudert und hatten die Trümmer in einen zähen Schlamm umgewandelt, der, riesige Felsstücke vor sich herschiebend, einem Berge gleich im Thalgrunde vorrückte. Wälder wurden umgestürzt und zermalmt, die Rhone in ihrem Laufe gehemmt und die Heerstraße von Schlamm und Trümmern bedeckt. Waren hier die Höhlen und Klüfte der Spitzen, wie es scheint, zu Spalten erweitert, von Wasser erfüllt und auseinander gesprengt werden, so daß die ungeheuren Stücke der zerklüfteten, steil abhängenden Felsmasse ihres Schwerpunkts beraubt in die Tiefe stürzten; so ist andererseits die Ursache solcher Ereignisse meist in der Zusammensetzung des Berges aus verschiedenartigen Gesteinen zu suchen, deren untere leicht zerstörbare Schichten vom Wasser zersetzt und aufgelöst unter dem Drucke der oberen Schicht zusammenbrechen, so daß diese auf ihr abwärts gleitet, im schnellen Laufe die gleitenden Theile zertrümmert und in jähem Falle die nächsten Tiefen mit Trümmern überschüttert. Man nennt solche Erscheinungen Bergschlüpfe. So ruhte beim Sturze des Roßberges ein 600 Fuß hoher und 1000 Fuß breiter Felsen auf einer Thon- und Mergelschicht und glitt auf dieser herab, als sie durch eindringendes Wasser zersetzt und schlüpfrig geworden war. Ganze Wälder stürzen oft mit den Bergen, die

sie bedeckten, herunter, wie es noch im Jahre 1847 mit einem Theile des über Altorf gelegenen Bannwaldes geschah.

Eine viel allgemeinere Verbreitung als diese Erscheinungen haben die Erdfälle, bei welchen der Boden selbst senkrecht in die Tiefe der Erde versinkt. In vielen Fällen sind durch unterirdische Auswaschung entstandene Höhlungen, deren Decken die auf ihnen lastenden Massen nicht mehr zu tragen vermögen, die Ursache von Erdfällen, in anderen bewirkten vulkanische Kräfte solche Höhlen oder Bergwerke, untergruben den Boden und veranlaßten sein Versinken. Bei felsigem Boden entstehen durch den Einsturz schachtähnliche Löcher, bei lockerem dagegen trichter- oder kesselförmige Absenkungen. Gewöhnlich sammelt sich in solchen Vertiefungen Wasser, und manche Teiche, von denen die Sage geht, daß sie versunkne Dörfer oder Städte enthielten, sind auf diese Weise entstanden. Im Kleinen sind solche Einsenkungen nicht selten, besonders wo der Boden aus Kreide besteht, wie es ja in einem großen Theile unseres nördlichen Deutschlands der Fall ist. In Jütland kommen darum am westlichen Lymfiord und an der Nordsee unzählige Erdfälle vor und noch vor einigen Jahren wurde dort der Norrsee durch einen im Grunde desselben entstandenen Erdfall vollkommen ausgeleert, ohne daß man den unterirdischen Abfluß des Wassers verfolgen konnte. Die ganze Gegend scheint dort von unterirdischen Kanälen durchzogen zu sein, und die Landleute leiten die Abzugsgräben ihrer

Felder in die trichterförmigen Vertiefungen der Erdfälle, in welchen selbst nach den heftigsten Wolkenbrüchen das Wasser augenblicklich verschwindet. Auch die meisten Seen Mecklenburgs und Pommerns, der Herthasee auf Rügen, die tiefen Seen der märkischen Schweiz bei Bukow und ganz augenscheinlich auch die vielen Kesselseen und Teiche der großen märkischen Ebene, besonders der Höhenzüge längs der Oder, verdanken ihren Ursprung solchen Erdfällen. In vielen dieser Seen will man noch die Trümmer versunkner Städte und Dörfer finden, im Dümmerschen See bei Schwerin, im Labentzer See und im Golizsee. Eine höchst interessante Erscheinung, welche uns über viele dergleichen Vorgänge Aufschlüsse verschaffen kann, ereignete sich im Jahre 1844 bei Preußisch Holland unweit Elbing. Dort wurde ein artesischer Brunnen gegraben und war fast vollendet, als man in einer Tiefe von 114 Fuß auf einen großen Stein stieß, welcher mit dem Meißel zerschlagen werden mußte. Während hieran gearbeitet wurde, gewahrte man den gewaltigen Durchbruch einer großen Wassermasse; das Gerüst der Arbeiter versank, die Fundamente eines dicht dabei liegenden zweistöckigen Mühlengebäudes, so wie die Bohlenwerke und Massen von Erde hinter demselben stürzten um und in den neugebildeten tiefen Krater. Mit aller Kraft wurde nun gearbeitet, eine Menge von Sandsäcken wurden versenkt; doch wurde damit nur der Hauptströmung eine andre Richtung gegeben, ohne im Wesentlichen etwas zu bessern. Das Stürzen der

Fundamente und weiter liegenden Erdmassen dehnte sich immer weiter aus, und man fürchtete den gänzlichen Ruin der Mühle. Indessen hatte jedoch das Ausbohren der Röhre und das Meißeln des Steingerölls seinen Fortgang genommen, und endlich am Abend des zweiten Tages begannen die Massen in der Röhre sich zu heben. Ein Staunen erregendes Auswerfen von Sand, Thon und Steinen erfolgte aus demselben und füllte den kurz vorher mit dem Senkblei dicht an der Röhre 48 Fuß tief gemessenen Krater in Zeit von 1/4 Stunde so, daß alle nah und fern gesehenen Sprudel gestillt wurden, und man bald sichern Fußes um die Röhre herumgehen konnte.

Solche kleinere Erscheinungen müssen nun als Erklärungsprinzip für die großartigeren gelten, welchen ein sehr allgemeiner Einfluß auf die Gestaltung der Erdoberfläche einzuräumen ist. Die Gypsgebirge Thüringens sind besonders reich an solchen Einstürzen. Die Schlotten, welche sich unter dem Boden hinziehen, haben großen Kesseln ihren Ursprung gegeben, die oft einen Durchmesser von 250 Fuß erreichen. Auch die oft über 100 Fuß tiefen Seelöcher jener Gegend, die sich noch beständig bilden, sind solche Einstürze im Gyps mit steilen Wänden. Das höhlenreiche Kalkgebirge von Krain, Illyrien, Dalmatien und Griechenland weist zahlreiche Kessel und Trichter auf, und der Zirknitzer See erhält aus ihnen sein Wasser. Auch die Obruivi bei Odessa am schwarzen Meere sind Einstürze des von Quellen unterwaschnen Steppenbodens. Hier

werden oft durch das Versinken großer Massen gleichzeitig die Gestade gehoben, und durch den gewaltigen Druck der verdrängten Schlammmassen selbst Inseln im Meere emporgetrieben. Aber selbst in der Gestaltung der Gebirge ist die Wirkung von Erdfällen unverkennbar. Wie soll man sich anders die sonderbare Gestalt des Mont Cervin erklären, der sich steil und schlank wie ein Obelisk 3000 Fuß hoch über die weiten Schneefelder erhebt, die rings um ihn die hohen Gebirgskämme der Alpen bedecken. Eine Erosion, die alle angrenzenden Massen zerstört und weggeführt und nur diesen keineswegs aus festern Steinarten bestehenden Zahn übrig gelassen hätte, ist unmöglich anzunehmen. Die Gebirgsformen des benachbarten Kessels von Breuil deuten dagegen auf einen Einsturz; denn hier finden sich noch die abgerissnen Schichten derselben Steinart, welche die oberste Kuppe des Mont Cervin zu krönen scheint. Läßt sich auch nicht immer die Entstehung steil abgerissner Gipfel und Felsgräthe, jener Dents und Aiguilles der Schweiz, so augenscheinlich durch Einstürze anstehender Massen nachweisen, so bleibt doch für viele keine andre Erklärung übrig. Die Gestalten des Schreckhorns, Finsteraarhorns und der Vieschhörner mit ihren furchtbaren Thälern können unmöglich Werke zerstörender Ströme sein. Mögen auch jene Engpässe an ihren Ausgängen von Fluthen durchbrochen, mögen auch ihre Wände von der Gewalt des Wassers zernagt und zerrissen sein; die weiten Kessel in ihrem Hintergrunde sind allein durch Einsturz

zu erklären. Einen ganz andern Charakter bieten die Hörner und Stöcke der Gruppe des Montblanc im Chamounythale dar. Hier sieht man, daß die Erosion gewirkt hat, daß diese scharfen und rauhen Blöcke fester Granitmassen gewaltsam gesprengt wurden und noch zerrissen werden. Die wunderbare Nadel der Aiguille de Dry, die sich über 4000 Fuß über dem Gebirge erhebt, giebt ein großartiges Bild von der zerstörenden Macht der Natur.

Von nicht minderem Einfluß auf den malerischen Charakter der Gebirgsnatur, als diese Felsenspitzen, sind jene seltsamen Kesselthäler, welche sich in den Pyrenäen und Alpen oft im Hintergrunde der die Gebirgsketten durchschneidenden Querthäler finden. Sie wurden offenbar bei der Gebirgsbildung selbst durch Einstürze erzeugt, welche bei so gewaltsamen Erhebungen nothwendig an weniger unterstützten Punkten vorfallen mußten. Diese Querthäler ziehen sich zwischen den Schichten hindurch, als deren ursprüngliche Lücken sie anzusehen sind, und ihre Wände erscheinen immer steil und voll unregelmäßiger Abstürze. Ihr Boden ist gewöhnlich stufenförmig. Die Flüsse schleichen daher oft eine längere Strecke in ihnen so sanft und unsicher fort, daß sie durch Dämme in ihren Betten gehalten werden müssen; dann stürzen sie plötzlich in Kaskaden oder in engen Felsenspalten über die Terrassen des Querthals schäumend herab. Mühsam nähert sich der Wanderer durch die spaltartige Tiefe dem Innern des Gebirges, da erweitert sich plötzlich sein Blick, ein flacher Wei-

deboden liegt vor ihm, Wasserfälle stürzen über die hohen Felswände, und sanft murmelnd schlängelt sich der Bach unsicher dem düstern Ausgange zu. So malerisch schön ist die berühmte Oule de Gavarnie im Thale von Barèges und der Cirque de Troumouse im Thale von Héas am Nordabhange der Pyrenäen. Reizend sind die Alpenthäler von Breuil am Mont Cervin und von Macugnaga am Fuße des Monte Rosa, die Reisende mit vulkanischen Kratern vergleichen. Großartig ist der Kessel der Berarde am Fuße des Grand Pelvour, der 4 Stunden im Durchmesser rings von 10—12000 Fuß hohen Felsenmauern umschlossen ist. Einen überraschenden Kontrast bildet das liebliche Thal vom Schams im Vorderrheinthal mit seinen schauerlichen Engpässen, der Roffla und Via mala, durch welche sich meist auf der einen Seite der See des Hinterrheinthals in den Kessel von Schams entleerte, auf der andern der neue See seinen Ausweg brach. Denn diese kesselförmigen Weitungen waren ohne Zweifel ursprünglich große Seebecken; und noch jetzt findet man auf ihrem Boden die abgelagerten Schichten von Sand und Geschieben jener großen Wassermassen, die sie einst erfüllten, noch jetzt sieht man an ihren Seitenwänden oft die deutlichen Spuren des einstigen Wasserstandes. Sie blieben geschlossne Kessel, bis die Querspalten entstanden und ihr Wasser zum Abfluß brachten. Noch immer ist aus vielen dieser Kessel am Ausgange der größern Querthäler oder am äußern Rande des Alpensystems das Wasser nicht ganz abgelaufen; und so

entstehen jene Seen, die so viel zur Verschönerung des Alpenlandes beitragen. Ihre große Tiefe, das steile Abfallen der sie einschließenden Gebirge, das auch unter dem Wasser sich fortsetzt, das plötzliche Abbrechen der Schichten an diesen Abstürzen entfernt jeden Gedanken an Auswaschung. Aber wie entstanden jene großen Weitungen, wie die verbindenden Spalten? Waren jene Weitungen einst Seebecken, so können die Spalten, die ihrem Wasser den Abfluß gestatteten, in jener Periode noch nicht dagewesen sein, oder doch nicht ihre jetzige Tiefe gehabt haben. Die Kesselthäler sind also ältere Bildungen, und da sie geradezu Lücken in dem großen Schichtenverbande von oft mehreren 1000 Fuß Tiefe sind, so können sie nur bei der Gebirgsbildung selbst durch Einstürzen weniger gut unterstützter Theile derselben hervorgegangen, also großartige Erdfälle sein. Später wurden durch Auswaschung oder durch Erschütterungen und gewaltsame Zerreißungen die Verbindungsspalten gebildet, und wahrscheinlich hat dieser Vorgang in den höchsten Theilen des Gebirges seinen Anfang genommen und erst durch die erfolgte Wasserentladung den Anstoß zu einer Reihe analoger Ereignisse gegeben. Wie gewaltig die Verwüstungen solcher Wasserergüsse gewesen sein müssen, davon geben uns die Ueberschwemmungen unsrer Ströme kaum eine schwache Ahnung. Man denke sich nur, daß der Bodensee, dessen Tiefe bis auf 1800 Fuß angegeben wird, einen Ausweg fände, der bis zum Grunde reichte, und nun mit seinem Wasser sich in das Rheinthal ergösse;

13 *

wie würden Basel, Straßburg, noch mehr aber die Städte des Rheingaues verwüstet werden, weil die Stromenge von Bingen bis Coblenz nur einen sehr allmähligen Abfluß der Wasser möglich machte! Um den Umfang solcher Verwüstungen nur einigermaßen anschaulich zu machen, und zugleich die Möglichkeit von wirklichen Thaldurchbrüchen zu begründen, sei es mir erlaubt, hier noch ein Ereigniß der neuesten Zeit zu erwähnen, welches das Bagnethal im Wallis im Jahre 1818 betroffen hat. Im Hintergrunde dieses Thales setzte sich in einer Thalenge durch häufig von einem hohen Gletscher herabstürzende Eisblöcke ein neuer Gletscher an, der den Wasserabfluß aus diesem Thale endlich ganz absperrte und so einen See bildete, welcher bei mehr als 200 Fuß Tiefe eine Wassermasse von über 130 Millionen Kubikfuß enthielt. So nahte der Sommer heran, die erhöhte Wärme lockerte die Fugen auf, und plötzlich durchbrach die Wassermasse den Gletscher, stürzte mit verheerender Wuth durch das 8 Stunden lange Thal hinaus in das Hauptthal von Wallis herab, wo sie sich bei Martinach mit der Rhone vereinigte und durch diese einen Theil der mitgeschwemmten Trümmer dem Genfersee zufluthete. Diese Fluth glich nicht einem Wasserstrome, sondern einem furchtbaren in wüthender Bewegung begriffenen Bergsturz. Felsblöcke, ganze Wälder von Tannen, Häuser, Scheunen und deren Bruchstücke rollten übereinander hin, und die Wassermasse war so damit überladen, daß man das Wasser nicht sah, sondern das

Ganze einer schlammigen Trümmerfluth glich, die Alles mit sich fortriß, was ihr entgegen oder zur Seite stand. In der untern Hälfte des engen Thals hatte sie viele 100 ungeheure Granitblöcke, die am Fuße des Gebirges theils frei, theils in alten Schutthalden vergraben lagen, mehrere 1000 Fuß weit mit sich weggeführt; und einer dieser Blöcke hatte doch über 10000 Kubikfuß Inhalt. In der ganzen offnen Gegend von Martinach lagen Schutt, Schlamm und Trümmer beinahe bis zu derjenigen Höhe angehäuft, welche die Fluth hier erreichte. Solche und ähnliche Ereignisse mögen in früheren Perioden unserer Erde noch viele und großartigere vorgekommen sein, deren abgesetzte Schuttmassen wir jetzt in den Thalgründen antreffen. Weite Strecken längs unsrer deutschen Gebirge, am Fuße des Schwarzwalds, der Alpen, des Jura sind mit einer meilenbreiten Zone mächtiger Geröllmassen bedeckt, und auch das südliche Deutschland ist die Schaubühne dieses Theils der Bildungsgeschichte unsrer Erde, wie sich namentlich auf der Hochebne von München diese Geschiebe die Stromthäler aufwärts bis zu ihrem Stammorte in den Alpen verfolgen lassen.

So arbeitet die Erde noch beständig an der Gestaltung ihrer Oberfläche. In ihrem ewigen Wechseln und Wandeln erscheint die Natur dem kleinen Menschen großartig und furchtbar, wenn er sie nicht zu begreifen vermag; aber bewundernd schaut der tiefe Forscher in diesen Schrecken die geheimnißvolle Geschichte ihrer Urzeit und ihres Werdens. Er begreift den Bo-

den, auf dem er wandelt, er liest in ihm, wie in keinem Buche, Thaten und Wunder. Er durcheilt nicht Thal und Gebirge mit dem Sinne des Touristen, der nur nach Abenteuern hascht, oder in Träumen der Phantasie schwelgt, wo die Natur Reize enthüllt, welche kein Dichter zu schaffen vermag. Wenn er von dem flachen Thalboden des Oberengadin 2000 Fuß hinabsteigt zu den Stufen und Schluchten des Unterengadins, dann erzählen ihm die zerrissnen Felswände von einem mächtigen Sturze, welcher einst dieses lange Thal in die Tiefe versenkte. Wenn er zu dem höchsten Alpenthale der Erde emporsteigt, zu dem 10-14000 Fuß hohen Thale des Desaguadero, das, rings von den Riesengipfeln der Anden, dem Sorata und Illimani, umkränzt, eine Fläche, größer als Böhmen einschließt, und wenn er von dem Ufer des Titicacasees zu jenem Schneekranz emporschaut, dann ist ihm auch dieses Thal kein Geheimniß mehr; es ist ihm ein Kessel, dessen Boden vor Jahrtausenden in den Abgrund der Erde versank. Wenn sein Fuß den durch Erinnerungen geheiligten Boden des Jordanthales betritt, und sein Auge über die düsteren Fluthen des todten Meeres schweift, dann weilt sein Gedanke nicht bei jenen wilden Ueberlieferungen, welche diesen tiefsten Spalt der Erde auf den Wink eines zornigen Gottes sich öffnen ließ, um ein sündhaftes Geschlecht von Menschen zu vertilgen, dann sieht er auch hier das Walten einer ewigen Naturkraft, die einst in heftiger Erschütterung ein weites Erdreich in die Spalten und

Klüfte des Kalkbodens versenkte. So eröffnet sich dem ungetrübten Blicke überall die Thatkraft der Natur, so sieht das offne Auge in den Trümmern die Denkmäler einer gewaltigen Vorzeit und in den Wundern und Schrecken der Gegenwart nur die Spuren der fortschreitenden Geschichte des irdischen Naturlebens.

Mannigfach und großartig sind die Umgestaltungen, welche das Wasser in seinen verschiedensten Formen, als Quellen und Bäche, als Flüsse und Ströme, als Seen und Meere, ja selbst in den Niederschlägen der Atmosphäre auf dem ganzen Erdboden schafft, Umgestaltungen, welche seit Jahrtausenden die Umrisse der Meere und Festländer verändert haben und in neuen Jahrtausenden noch verändern werden. Bäche und Ströme schneiden Rinnen in den nachgiebigen Boden und reißen von ihren Ufern die losen Schichten und festen Gesteine und schaffen sich weite Thäler in Gebirgen und Ebenen. Thäler entstehen durch atmosphärische Erosion, durch Verwittern und Auswaschen auflöslicher Gesteine, Kesselthäler und Alpenseen durch Erdfälle und Einstürzen unterirdischer Gewölbe und Höhlungen. Das Meer nagt beständig an seinen Ufern, unterwühlt Felsmassen und verschlingt sie in seine unersättliche Tiefe, durchbricht Landengen und verknüpft Meere mit Meeren, trennt Länder von Ländern. Neue Massen bilden sich, Gerölle und Felsblöcke, welche die Flüsse von ihren Ufern losreißen, ganze Thäler erfüllen, oder weit und breit sich über die Ebenen zerstreuen; Sand und Schlammmassen, welche von

den Strömen fortgeführt, ihr Bett erhöhen und an den Mündungen neue fruchtbare Länder schaffen. Das Meer giebt seine Beute wieder heraus, baut Uferwälle und Dünen, erhebt Sandbänke und Inseln. So schafft und zerstört das Wasser ununterbrochen fort, und wenn auch die kurze Lebensdauer des Menschen nicht hinreicht, die Größe seiner Wirkungen zu ermessen, ein einziger Augenblick läßt ihn oft mit furchtbarer Gewißheit die Folgen empfinden, welche Jahrtausende unbemerkt vorbereitet haben. Aber auch in seinem festen Zustande als Eis spielt das Wasser eine wichtige Rolle als formverändernde Ursache, als Hebel zum Fortschaffen von Felsblöcken und Trümmern. Das ist der neuesten Geologie unzweifelhaft geworden. —

Im Frühling und Sommer schwindet unter dem Einfluß von warmen Regen und Winden die Schneedecke, welche während der kältern Jahreszeit einen großen Theil unsers Erdbodens überlagerte, und nur auf hohen Gebirgen und in der Nähe der Pole erstarrt das Leben der Natur unter dem kalten Panzer. Blendend weiß und im Strahle der Sonne mit glühendem Rosenlicht erscheinend, bezeichnen diese Schneefelder schon in weiter Ferne den eigenthümlichen Anblick hoher Gebirge. Unwandelbar im Laufe von Generationen, nicht vermehrt durch die gewaltigen Schneefälle der Winter, nicht vermindert durch Ausdünstung, durch Sonnen- und Bodenwärme, geben sie das düstre Bild einer todten Natur. Aber auch sie sind nur scheinbar das Grab des Lebens, auch die starren Eisgefilde des

Nordens und der Höhen werden zur Wiege frischen Lebens, zum Tummelplatz einer zahllosen Thierwelt, zum Garten für Millionen kleiner Pflanzen. Wie aus dem Schneegebirge der Anden Dampf- und Feuersäulen emporsteigen, wie den Eisfluren des Himalaya heiße Quellen entströmen, so beleben Stäbchenpflanzen und Infusorien den Schnee der Alpen, die Eisfelder der Polarregionen, in blutrothen Streifen die blendendweißen Gefilde durchziehend. Das ist Lebensfülle und Lebenskraft, wie sie die Natur, aber nicht sie allein entwickelt. Auch unter der Winterhülle, welche Völker bedeckt, regt sich ein Leben, das freilich nicht mit groben Sinnen, aber mit dem microscopischen Auge des Forschergeistes erschaut werden kann. Jedes Grab hat seine Auferstehung, jeder Winter seinen Frühling!

Von großer Wichtigkeit für die Kenntniß meteorologischer Processe, wie für die Geographie der Pflanzen und Thiere ist die Linie, welche die untere Grenze dieser niemals wegschmelzenden Schneedecke bezeichnet, und die wir Schnee- oder Firnlinie nennen. Sie ist nicht sowohl von der Dauer, als von der Strenge des Winters abhängig. So ist das Innere Sibiriens der mittlern Temperatur nach bedeutend kälter, als das europäische Nordcap, und doch liegt in Sibirien die Schneegränze um Vieles höher, weil seine Sommer wärmer sind. Daher ist es auch begreiflich, daß die Tropenregion, in welcher die Schneegränze zwar im Allgemeinen höher hinauf liegt, als nach den Polen zu, gleichwohl nicht diejenige Gegend ist, wo sie die

höchste Höhe über dem Meeresspiegel erreicht. Während in den tropischen Anden Amerikas unter dem Aequator ihre Höhe 14—15000 Fuß erreicht, beträgt sie 31° nördlicher im Himalaya 15600 Fuß. Merkwürdiger Weise findet sich die Schneegränze an der Südseite des Himalaya über 4000 Fuß niedriger, als an der Nordseite. Aber hier steigen aus den ausgedehnten Gebirgsebenen Tibets beständig warme Luftströme an den Gebirgsabhängen auf, während an der Südseite Wolkenschichten, welche sich aus den vom wasserreichen Gangesland aufsteigenden Dünsten bilden, den Sonnenstrahlen Wärme und Licht entziehen. In den Alpen erreicht die Schneegränze 8000—8500 Fuß Höhe, und nur in der vom Föhn erwärmten Hochlandschaft von Graubündten geht sie über 9000 Fuß hinauf. In den skandinavischen Gebirgen Norwegens findet sie sich zu 5200 und auf dem Nordcap zu 2200 Fuß. Wie zu erwarten ist, nimmt also die Schneegränze mit der Annäherung an die Pole ab, aber sie wird auch, wie wir sehen, durch die mannichfaltigsten Ursachen verändert. Die Wärmeunterschiede der Jahreszeiten, die Richtung der herrschenden Land- oder Seewinde, die Trockenheit oder Feuchtigkeit der oberen Luftschichten üben einen besondern Einfluß auf die Höhe der Schneegränze aus. Mächtig aufgehäufte Schneemassen auf seinem Gipfel oder auf benachbarten Bergen drücken die Schneelinie weit herunter. Schroffheit der Abhänge und die Stellung des Berges in einer Kette, zwischen Schneegipfeln oder in einer Ebne

wirken wesentlich ein. Auch die Ausdehnung, Lage und Höhe der Ebne, aus welcher ein Schneeberg isolirt oder als Theil einer Gruppe aufsteigt, wird die Schneelinie erhöhen oder erniedrigen, je nachdem eine Seeküste oder das Innere eines Continents, bewaldet oder eine Grasflur, eine dürre Sand- oder Felsenwüste oder ein feuchter Moorboden ist.

In den Polargegenden kommt zu dem ewigen Schnee der Berge das Eis hinzu, welches das Meer bildet. Unübersehbare Eisfelder, oft von mehreren hundert Quadratmeilen Größe, erfüllen jene kalten Meere und ragen oft 4—6 Fuß über das Wasser empor, während sie 10—20 Fuß tief eintauchen. Oft werden sie von den Wellen zerbrochen und von Winden und Strömungen in Bewegung gesetzt. Dann drohen sie dem Schiffer große Gefahr. Ein Sturm im Eismeer trotzt jeder Schilderung. Man muß den wilden Aufruhr des tobenden Elementes sehen, die hoch aufwärts geschleuderten Eismassen und die Schaumberge, man muß das donnerartige Getöse aneinander schlagender Eisberge hören und das furchtbare Zischen derselben bei ihrem Sturze; nur dann wird man das Bild eines Polarsturmes begreifen. Schon wenn die Strömung ein Eisfeld gegen ein unbewegtes oder gar ein andres aus entgegengesetzter Richtung kommendes führt, so erfolgt ein Stoß, dessen Wirkung jede Vorstellung übersteigt. Unter schrecklichem Getöse wird das schwächere Eisfeld zertrümmert. 20—30 Fuß hoch werden ungeheure Massen übereinander geschoben,

andre ganz versenkt. Der Wallfischfänger, der ohnehin in steten Gefahren lebt, muß doppelt wachsam sein, wenn ihn die Umstände nöthigen zwischen bewegten Eisfeldern hindurchzuschiffen; denn auch das stärkste Schiff vermag einem solchen Zusammenstoße eben so wenig zu widerstehen, als ein Blatt Papier eine Flintenkugel in ihrem Laufe aufhalten könnte. Ganz andrer Natur, aber nicht minder gefährlich und großartig sind die Eisberge. Diese verdanken ihren Ursprung entweder, wie wir bald sehen werden, Gletschern, welche besonders an den Ostküsten von Spitzbergen aus den Thälern sich bis ins Meer erstrecken, sich ablösend in die See stürzen, sich umwälzen und als schwimmende Eisberge fortbewegen; oder sie werden auch in Buchten, selbst im offnen Meere gebildet, wo der stets von Neuem auf sie fallende Schnee ihre Masse bis ins Ungeheure vermehrt. Da das Eis ungefähr $^1/_8$ — $^1/_9$ leichter ist als das Seewasser, so ragt höchstens nur der 8te Theil der Masse aus dem Wasser hervor, und man kann daher aus der Höhe eines Eisberges auf seine Tiefe unter dem Wasser schließen. Reisende wie Scoresby, Forster, Parry haben aber Eisberge gesehen, welche bei einer Fläche von fast $^1/_2$ Qu.-M. eine Höhe von 150, ja selbst 200 Fuß hatten und daher bis zu 800 und 1600 Fuß Tiefe in das Meer eintauchen mußten. Schon aus weiter Ferne verkünden sich solche Eismassen dem Seefahrer durch den lebhaften weißlichen Glanz, den sie dem Himmel ertheilen, das sogenannte Eisblinken; aber nichts gleicht

der wunderbaren Farbenpracht, welche die Eisberge in der Nähe darbieten. Hier das blendende Weiß des Silbers, dort das bunte Farbenspiel des Regenbogens, die zackigen Spitzen von der Sonne mit Goldglanz übergossen, und der Himmel darüber im schönsten Grün; dazu die Silberströme, die aus den Spalten und Klüften hervorbrechen: das ist ein Anblick, wie er wohl mit den Schrecken jener Regionen ewigen Todes auszusöhnen vermag. Die größeren Eisberge werden vom Winde kaum bewegt und geben den Schiffen Schutz; dennoch ist es gefährlich an ihnen vor Anker zu gehen, theils weil sie bisweilen ihren Schwerpunkt plötzlich ändern und umschlagen, theils weil oft ein Schlag mit der Axt, um den Anker zu befestigen, einen ganzen Berg mit großem Krachen spaltet; denn diese Eismassen besitzen eine solche Sprödigkeit und Brüchigkeit, daß ein bloßer Schall schon hinreicht sie zum Bersten zu bringen, daß ein einziger Ruderschlag schon den Untergang ganzer Mannschaften herbeiführte. —

Die Grenzen des Polareises reichen oft weit über die Polarkreise hinaus. Am meisten dringen die Eismassen des Südpols vor, dessen mittlere Temperatur um 5° niedriger ist, als die des Nordpols. Dort gelangen Eisberge bis zu 42° der Breite, und Treibeis hat man sogar schon unter dem 35. Breitegrade gesehen. Die Geburtsstätte des nördlichen Treibeises ist das Meer im Norden Spitzbergens. Dort bilden sich in dem 9 Monate langen Winter gewaltige Eis-

felder, welche von den Strömungen nach Süden getrieben, von Stürmen zerschellt, von den Sonnenstrahlen zernagt werden. Bisweilen dringen die Trümmer dieser Eismassen, ja selbst große Eisberge bis über die Küsten Neufoundlands, also bis zur Breite des südlichen Deutschlands hinaus vor; aber die eigentliche Grenze des Polareises bildet eine Linie von der Hudsons- und Baffinsbai und Neufoundland bis Nowa Semlja, wo es sich an die Küsten Asiens anschließt, um weiter nach Osten auch die Gestade Amerikas zu umlagern. Am gewaltigsten sind diese Eismassen an den Küsten Sibiriens, wo sie eine unübersehbare Ebene bilden, deren aufsteigende Dünste jene Trugbilder hervorbringen, welche gleich der Fata Morgana den Reisenden Land und Felsen, Wälder, Thiere und Städte vorspiegeln, wo nur Eis und Dampf zu sehen ist. Eine eigenthümliche Pracht ist es, welche diese Naturscenen ausstattet. Hier dehnen sich unübersehbare Ebenen aus, von offnen Kanälen, Polinjen genannt, durchschnitten, welche oft mehr als 100 Meilen weit dem Schiffer auch mitten im Winter in jenen Regionen ewigen Frostes offnes Fahrwasser darbieten. Dort steigen riesige Berge mit steilen Gehängen vom Seeufer zu unermeßlichen Höhen empor, in ihren Gipfeln die seltsamsten Gestalten, Kegel, Nadeln, Zacken bildend. Die düstern Felsen der Küste, der blendend weiße Schaum des Meeres, der dunkle Himmel, die von Nebeln erfüllte Luft, das sind die Farben zu einem Gemälde der Polarnatur. Man hat

neuerdings oft die Behauptung aufgestellt, daß die Eisgrenze des Nordpols immer weiter nach Süden vorrücke, und sich dabei auf eine Thatsache an den Ostküsten Grönlands berufen. Aber diese Thatsache beruht nur auf Sagen. Es ist historisch, daß um das Jahr 1000 von Norwegen aus Niederlassungen in Grönland gegründet wurden, die bis zum Anfang des 15. Jahrh. mit dem Mutterlande in Verbindung geblieben, seitdem aber gänzlich verschollen sind. Später suchte man vergeblich ihre Spuren wieder aufzufinden, aber Niemand war da, der auch nur die Gegend näher zu bezeichnen wußte, wo sie gestanden hatten. Man suchte sie auf der Ostküste Grönlands, und da man dort das Meer weithin mit undurchdringlichem Eise bedeckt fand, und diese Eismasse im Laufe der 3 jüngsten Jahrhunderte nicht von der Stelle wich, so schloß man, daß diese Vermehrung des Eises erst seit dem Ende des 14. Jahrh. erfolgt sei, und daß daher dort ein wirklich fortschreitendes Wachsen des Eises stattfinden müsse. Allein dieser Schluß, so verbreitet er auch sein mag, ist sehr gewagt. Denn eine solche Vermehrung konnte nur ganz allmählig stattfinden, konnte daher nicht die Ursache eines so plötzlichen Abbrechens der Verbindung zwischen den grönländischen Kolonieen und dem Mutterlande sein. Der Anfall eines mächtigen Feindes, eine Seuche, politische Ereignisse könnten eher jenes Räthsel erklären. Als gegen Ende des vorigen Jahrhunderts von den Dänen neue Niederlassungen an dem südlichsten Theile

der Westküste von Grönland angelegt wurden, fand man dort in der That eine große Menge von Trümmern regelmäßig angelegter großer Gebäude, die gar keinen Zweifel erlauben, daß dies die Gegend sei, in welcher einst die alten norwegischen Pflanzorte und die vielen Kirchen standen, deren die alten Sagen gedenken. Aber von den ehemaligen europäischen Einwohnern hat man keine Spur entdeckt; nur Eskimos durchziehen das Land. Auf der Ostküste Grönlands haben daher wohl niemals europäische Niederlassungen bestanden, und sie war wohl in den ältesten Zeiten ebenso sehr mit Eis belegt als jetzt. Was aber die Sage von einer ehemaligen größeren Kultur Islands erzählt, ist zweifelhaft, und wenn sie namentlich von den vielen Waldungen spricht, welche die ersten Ansiedler auf Island gefunden haben sollen, so ist nur daran zu erinnern, daß auch in den Gebirgen der Schweiz die Waldungen von der Höhe nach der Tiefe hin abnehmen, daß diese Abnahme aber theils ein Werk der unbesonnen vernichtenden Menschenhand, theils der Zerstörungswuth des unterirdischen Feuerelements, keineswegs die Wirkung eines veränderten Klimas ist. —

Wenden wir uns jetzt von den Eisfeldern der Polarregionen zu den Eisfeldern der Hochgebirge. Der ewige Schnee oder Firn, welcher sie bedeckt, ist nicht locker wie der Winterschnee unsrer Ebnen, sondern seine obere Schicht ist gekörnt, und seine untere kommt der Festigkeit des Eises nahe, so daß der Firn

die Mitte hält zwischen Schnee und Eis. In jenen Höhen fällt der Schnee in der Form feiner Nadeln und Sternchen, die zusammenbacken und anfangs eckige Formen bedingen, bis sie durch Regen und Schmelzwasser zu runden Körnern abgeschliffen werden. Sickert nun das Wasser der Oberfläche tiefer ein, und gefriert dann, so entsteht ein weißes, zähes, mit Luftblasen durchwebtes Eis, das in seinen obern Schichten noch körniges Gefüge, in seinen untern aber eine dichte glasartige Natur zeigt. Alle diese Massen sind geschichtet, und jede dieser 3—6 Fuß mächtigen Schichten entspricht vermuthlich der Schneemenge eines Jahres. Auch die Umwandlung des Schnees in Firn, in Firneis und wirkliches Gletschereis vermischt diese Schichtung nicht. Oft beträgt die Dicke der Firnschichten 2—300 Fuß, während die der Gletschermasse am untern Theil auf 80—100, am obern auf 120—180 Fuß geschätzt wird. Alles feste Gletschereis war somit früher größtentheils Firnmasse, aus welcher die Gletscher wie organisch hervorwachsen, oder wie Flüsse aus Seen sich ergießen, und sich im Gebirge bis in die Waldregion herabsenken. Nur das blaue Eis, welches sich in den Gletschern findet, scheint reines Wassereis, gefrornes Schmelz- oder Regenwasser zu sein.

In ihrer hohen Reinheit gleichen die Gletschermassen in der Ferne oft dem herrlichsten Marmor in allen Nuancen vom blendenden Weiß zum dunklen Blau oder Meergrün. Ihre Reinlichkeit ist sprich-

wörtlich bei den Alpenbewohnern. Sie dulden nichts Fremdartiges in ihrem Innern; die kleinsten Steintrümmer oder Holzstückchen, die in ihre Spalten fallen, scheiden sie, wenn auch nach Jahren, wieder aus. Einst mochte dies als eine geheimnißvolle Wunderkraft der Gletscher erscheinen; durch die Wissenschaft wird es natürlich. Es erklärt sich aus dem Abwärtsrücken der Gletscher und ihrer oberflächlichen Schmelzung. Blätter, Insekten, Steinchen, welche von Winden auf Gletscher geführt werden, sinken nach und nach in das Eis ein; denn sie schmelzen es durch die ihnen von den Sonnenstrahlen ertheilte Wärme. Bald aber werden sie der Sonnenwärme entzogen, das Eis verhüllt sie, sie sinken nicht weiter. Nicht lange währt es, so erscheinen sie von Neuem an der Oberfläche, werden abermals von der Sonne bestrahlt und sinken wieder ein, um dasselbe Spiel zu wiederholen, bis sie den Fuß des Gletschers erreichen. Oft erblickt man große Felsblöcke und Steinplatten, die auf einer schwachen Eissäule ruhen, die jeden Augenblick zu stürzen droht. Gletschertische nennt sie der Aelpler. Von den nahen Höhen herabgestürzt oder durch Lawinen und Stürme herbeigeführt, bedeckten sie die Oberfläche des Gletschers und entzogen sie den schmelzenden Sonnenstrahlen. So entsteht ein Piedestal, welches die Platte trägt, das aber mehr und mehr von Regen und herabtröpfelndem Wasser zernagt, endlich zusammenbricht und den Felsblock auf den Gletscher niederstürzt, wo er sich immer neue Säulen schafft, bis er

endlich auf die Seite geschoben wird oder das Gletscherende erreicht. Kleinere Steine und abgerundete Blöcke, durch die Sonne erwärmt, können sich nicht solche Sockel bilden; aber sie schaffen durch Schmelzung Gruben und Löcher, in welche Rinnwasser Felstrümmer, Grus und Sand führen. Dadurch erweitern sich die Eislöcher oft zu beträchtlichen Seen, welche den Grund des Gletschers durchbrechen und dem Wasser Abfluß verschaffen. Kühne Gestalten gewaltiger Säulen und Nadeln vom hellsten Krystall geben oft dem Gletscher den überraschendsten Anblick. Gewaltige Eisgrotten mit herrlichen Pfeilern, seltsame Stalaktiten und rauschende Kaskaden zieren das Ende der Gletscher und vollenden das Großartige dieser wunderbaren Eisströme der Alpengebirge.

Schon die Schneemassen der Alpen richten bisweilen plötzliche und furchtbare Zerstörungen an, wenn große Massen von ihnen als Lawinen herabstürzen, oder längs der Abhänge herabgleiten und durch den Stoß und die Schwere ihrer Masse oder durch den Druck des durch ihren Sturz erzeugten Windes Bäume entwurzelt oder zerknickt, ältere Schutthalden weggerissen und große Massen von Trümmern jeder Art fortgewälzt und in der Tiefe zu Schuttkegeln angehäuft werden. Viel gewaltsamer aber, weil stetig und langsam wirkend, sind die Zerstörungen, welche die Gletscher hervorbringen, wenn sie aus den Hochgebirgen in die Thäler und Ebnen vordringen. Ihre größte Entwicklung erreichen sie in den Polargegenden, be-

sonders auf Spitzbergen, wo sie bei einer Breite von 1 M. und einer Länge von 3 M. in ihrem jähen Absturz oft eine Höhe von 1000 Fuß erlangen, und dem größten Theile der Eisberge ihre Entstehung geben. Auch in Island senken sich die Gletscher von dem mit ewigem Schnee bedeckten Innern der Insel tief in die Thäler und bis zum Meeresgrund hinab, und verleihen durch ihre Zerspaltung und die azurblaue Farbe ihres Eises dem Anblick der Insel eine hohe Schönheit. Am mannigfaltigsten jedoch tritt die Gletscherwelt in unserm Alpensysteme auf, die etwa 600 Gletscher zählt, welche 100 □M. bedecken und in 20 Gruppen oder sogenannte Eismeere vertheilt sind. Die Hälfte davon kommt allein auf die Schweiz. Wir finden sie dort um das Finsteraarhorn in den Berneralpen, um den Dent-Blanche in den penninischen Alpen, östlich um den Ortles und Großglockner, westlich um den Montblanc und Mont-Pelvour. In den Hochthälern eingeschlossen oder an den Seiten der Bergketten gleichsam aufgehängt, gleichen diese Gletscher aus der Ferne Strömen von Schnee, welche von den hohen Kuppen der Berge herabstürzen, um sich in das Thal zu ergießen, und in größter Nähe hält es oft noch schwer sich zu überzeugen, daß es wirkliches Eis und kein Schnee ist, woraus die Masse besteht, die man vor sich hat. Aber die Gletscher gleichen nicht allein Strömen, sie sind wirklich solche, sie rücken fort wie diese, nehmen ab oder zu. Wälder und bewohnte Orte sind durch sie verdrängt, die Straße von

Frankreich nach Piemont über den Mont-maudit ist durch Eis 2 Stunden lang und 1/2 Stunde breit unwegsam geworden; weidereiche Alpen und Wiesen sind von ihnen bedeckt worden. Nichts widersteht dieser furchtbaren Gewalt, Alles wird umgestürzt, seitwärts geschleudert oder vorwärts gestoßen. Bauwerke der Menschenhand, 70 Fuß hohe Felsblöcke halten sie nicht auf, nur mächtige gewachsene Felsen leisten Widerstand. Eben so unverkennbare Spuren beweisen, daß andere Gletscher abgenommen haben, da Theile der Gebirgsabhänge und Thäler früher mit Eis bedeckt waren, die jetzt davon frei sind.

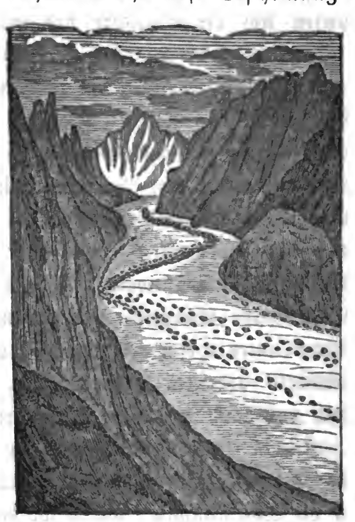
Die Bewegung der Gletscher ist jetzt eine Thatsache. Ehe die Wissenschaft ihre Forschungen auch in diese eisige Natur versenkt hatte, konnte man wohl an eine Unwandelbarkeit der Gletscher glauben; denn es galt als ausgemacht, daß die oberflächlichen Anhäufungen von Schnee- und Eismassen dem unteren Wegschmelzen das Gleichgewicht halten. Die Gletscherbäche, welche unter ihnen hervorrauschten, galten als Beweis; denn man beachtete nicht, daß diese auch im Winter nicht versiegen und daher nicht immer dem Schmelzwasser, sondern oft Quellen ihren Ursprung verdanken, wenn sie, wie Rhone, Aar und Rhein, als reißende Flüsse hervortreten. Durch die geistvollen Bemühungen Charpentier's und Agassiz's ist auch die Ansicht widerlegt worden, als bestehe das Abwärtsrücken der Gletscher nur in einem durch die Schwerkraft bewirkten Hingleiten des Eises über sich selbst.

Das große Geheimniß dieser Bewegung beruht auf den zahllosen Haarspalten und Klüften, welche Gletscher nach allen Richtungen durchziehen. Wasser dringt in sie ein und dehnt die Gesammtmasse dieser Eisgebilde aus; das Schmelzen an der Oberfläche vermindert ihre Mächtigkeit. So stehen die Gletscher still, wachsen oder ziehen sich zurück, je nachdem Ausdehnung und Wegschmelzen einander überwiegen oder im Gleichgewicht halten. Nicht immer ist die Bewegung der Gletscher eine unmerkbar langsame. Ein furchtbares Getöse erschüttert oft plötzlich das Eisfeld; Felsblöcke, die es bedeckten, bewegen sich und rollen der Tiefe zu, Spalten schließen sich gewaltsam und schleudern das Wasser, das sie erfüllte, hoch in die Luft. Krachend lösen sich oft ungeheure Eismassen von den oberen Theilen ab und stürzen furchtbar prasselnd in gewaltigen Sprüngen in die Tiefe. Donnernd öffnen sich Spalten und Klüfte, die sich allmählig zu 10 bis 100 Fuß breiten schauerlichen Schlünden von unabsehbarer Tiefe erweitern. Täuschende Schneedecken verschließen oft die Oeffnungen dieser Klüfte, und wehe dem Wanderer, dessen Fuß diese trügerische Brücke betritt! Die Geschwindigkeit, mit welcher Gletscher vorrücken, ist bisweilen außerordentlich. Im Chamounythale hat man in den letzten Jahren eine jährliche Bewegung von 600 bis 900 Fuß beobachtet, und die Hütte, welche einem Reisenden auf dem Aargletscher zum Aufenthalt diente, war in 12 Jahren über 4000 Fuß vorgeschritten, bis sie gänzlich ver-

schwand. Daher fehlt es auch nicht an Nachrichten von Thälern, die einst zu den grasreichsten Alpenwiesen gehörten und jetzt vergletschert sind. Steinbrücken wurden zwischen Sitten und Bex zerstört, Grubenbaue am hohen Goldberg in Tyrol verdeckt, und Bauernhöfe und Birkenwälder werden noch jährlich in Norwegen verdrängt oder fortgeschoben. Einen seltsamen Anblick gewährt es, in unmittelbarer schauerlicher Nähe dieser unzerstörbaren, jeder Wärme trotzenden Eisgebilde die üppigste Vegetation zu sehen, nicht bloß düstere Fichten- und Lärchenwälder, sondern freundliche Wiesen mit Blumen geschmückt, Saatfelder und Fruchtgärten, Hütten und Häuser. So nahe wohnen sich Grausen und Lust. Bis zu 3260 Fuß Höhe über dem Meeresspiegel senken sich die Gletscher des Grindelwalds im Berner Oberlande herab, bis zu 800 Fuß die Norwegischen, und die Gletscher Islands und Lapplands berühren selbst das Meer. Nur in den Pyrenäen fliehen die Gletscher bewohnte Orte.

Natürlich müssen bei der Bewegung einer so ungeheuren Masse alle beweglichen Gebilde unter ihr zerrieben und zermalmt werden, und selbst die festeste Unterlage kann nicht unverändert bleiben, indem die von der Gletschermasse bewegten Steintrümmer, Kiesel und Sandkörner unter ihrem mächtigen Drucke wie in einem Polierwerke arbeiten. Die felsige Unterlage wird geglättet, vollkommner als es je fließendes Wasser vermag. Kein Gestein macht eine Ausnahme, das härteste wird so glatt geschliffen, wie das weichste. So entstehen die Schliffflächen, die gewöhnlich paral-

lel geritzt und gefurcht und oft mit Rundhöckern von 10—100 Fuß Durchmesser verbunden sind. Da die Gletscher meist an und zwischen Felswänden sich absenken, so sind sie vielen Steinfällen und Felsstürzen ausgesetzt und werden von Schutt- und Trümmermassen bedeckt, die vom Glerscher weiter geführt wallartige Erhöhungen, Schuttwälle bilden, welche Gandecken oder Moränen heißen. Gewöhnlich begleiten jeden Gletscher zu beiden Seiten der Thalwände von ihrem obersten Absturz bis zum Ende hin 2 Gandecken, die, wenn sich zwei Gletscher vereinigen, in eine Mittelmoräne oder Gufferlinie übergehen. Die beigefügte Ansicht des Vieschgletschers am Abhange des Finsteraarhorn macht diese Erscheinung deutlich.



Erreicht dieser Schutt das Ende des Gletschers, so fällt er an ihm hinunter und bildet am ganzen vordern Abhang einen hohen, beide Enden der Seitengandecken verbindenden Schuttwall, die Endgandecke oder den Stirnwall. Diese letztern sind es, welche uns über das Vorrücken der Gletscher belehren; denn wenn die Eismasse durch stärkeres Abschmelzen abnimmt, so läßt der Gletscher die zuletzt gebildete Endmoräne zurück, die nun in einem weiten Bogen den vom Gletscher verlassnen Thalboden umschließt. Geschieht dies Zurückweichen allmählig und gleichmäßig, so wird der ganze Raum von dem Stirnwall bis zum Gletscherende mit dem abfallenden Schutt übersäet; geschieht es periodisch und von Zeiten der Ruhe unterbrochen, so bilden sich mehrere Stirnwälle hinter einander. Bald zeigen diese Moränen wenige Fuß, bald 50—100 Fuß Höhe; bald bestehen sie nur aus Erde, Schlamm und Kies, bald aus größern und kleinern Felstrümmern, Blöcken von Hausgröße und vielen 1000 Kubikfuß Körperinhalt; die einen zeigen scharfe Ecken und Kanten, die andern sind abgerundet, je nachdem sie zwischen dem Eis und den Felstrümmern eine Reibung erlitten haben oder nicht. Die Schuttwälle dieser Endmoränen bleiben in den Alpen keineswegs nur auf das nächste Gebiet der jetzigen Gletscher beschränkt, vielmehr trifft man sie in Entfernungen von diesen, die uns einen Begriff von der einstigen viel größeren Ausdehnung des Gletschereises geben. Viele derselben, besonders die entfernteren, ge-

hören ihrem Ursprunge nach ohne allen Zweifel einer vorhistorischen Zeit an; bei anderen jüngeren reicht doch die Erinnerung der Alpenbewohner nicht weit genug oder wir besitzen darüber nur dichterische Sagen, wie vom Rosenlauigletscher, dessen Entstehung eine im Haslithal gehende Sage nicht viel über 100 Jahre hinaufsetzt. Auch das äußere Ansehen dieser Schutthaufen wechselt nach ihrem Alter und der Höhe, in der sie sich finden. Die jüngeren, am obern Ende eines Thals in der Nähe der Gletscher befindlichen erscheinen durchaus als regellose Schutthaufen mit nackter Oberfläche. Weiter nach unten beginnen Gras und Alpenkräuter in den Zwischenräumen zu sprossen. Eine Schicht Dammerde und dichter Rasen bedeckt die noch tiefer im Thale befindlichen Wälle, und nur die Kanten der größern Blöcke ragen aus der grünen Decke hervor. Gegen den Ausgang des Thales hin endlich muß man die Schuttwälle meist in Wäldern oder selbst in und unter den Dörfern suchen; Tannen haben sich auf ihnen angesiedelt und Menschen ihre Wohnungen auf diesem Schuttboden erbaut. Gewöhnlich finden sich diese halbmondförmigen alten Schuttwälle in den Thalerweiterungen und bieten dann den Aelplern eine gewisse Erhöhung über der Thalsohle und für ihre Wohnungen Schutz vor den Ueberschwemmungen der Gebirgsbäche dar. Thalmündungen werden oft durch solche Schuttwälle verschlossen, und die Gewässer, welche sich hinter ihnen aufstauten, gaben Alpenseen ihren Ursprung. Der Gardasee in der Lom-

bardei verdankt sein Bestehen nur einem solchen Schließungswall. Aber nicht immer sind diese Schuttwälle auf Thalkessel beschränkt; die größten Blockanhäufungen finden sich im Gegentheile oft gerade auf den Querrücken, welche die einzelnen Erweiterungen der Alpenthäler trennen, während in den kesselförmigen Vertiefungen vor und hinter ihnen nur wenige Blöcke zerstreut sind. Noch überraschender ist es aber, daß auch außerhalb des Alpengebirges, in weitester Entfernung von allen Gletschern, Hügelzüge getroffen werden, die in allen Beziehungen die Natur der Moränen haben. So wird die Ebne von Ivrea 7 Meilen vom nächsten Gletscher am Südabhange des Monte Rosa von einem 600—1000 Fuß hohen und sehr breiten Trümmerwall umschlossen, dessen große, eckige, von kleinerem Gebirgsschutt eingehüllte Blöcke offenbar aus dem Hintergrunde der Acostathäler abstammen; andrer Thatsachen nicht zu gedenken, die eben so deutlich die einstige große Ausdehnung der Eismassen beweisen. Wie zu erwarten ist, finden sich auch neben den alten Sandecken jene Schliffflächen und Rundhöcker weithin verbreitet und fern von allen Gletschern, in und außer dem Bezirke der Alpen. In der Nähe der Gletscher zeigen sie sich besonders häufig, oft 500 Fuß über ihrem jetzigen Stande, wie beim Vieschergletscher, beim Unteraargletscher. Im Hintergrunde der Alpenthäler treten sie etwa bei 9000 Fuß Höhe unter den Gletschern hervor, senken sich allmählig gegen den Ausgang der Thäler hin, an deren Mündungen sie noch

eine Höhe von 5—6000 Fuß innehalten. Selbst in Ländern werden sie wahrgenommen, die von den jetzigen Gletschergebirgen durch Flachländer, Meere und Mittelgebirgsländer getrennt sind. Untrügliche Beobachtungen weisen sie im Jura, in den Vogesen, im Schwarzwald und in den Pyrenäen nach, am häufigsten aber treten sie in den nördlichen Ländern beider Hemisphären auf. In Nordamerika ziehen sie sich von Neufoundland bis zum Missisippi, bis zur Höhe von 4000 Fuß; in Europa durch Nordengland und Schottland, Schweden und Finnland. Unverkennbar zeigen diese Thatsachen, daß sich einst in den Alpen die Gletscher von ihrem jetzigen Stande über dem Thalboden der niederen Schweiz bis zu einer Höhe von 2000 Fuß in den Jura, die Vogesen und den Schwarzwald ausgedehnt haben, und daß die Gletscher der arktischen Zone und der scandinavischen Alpen sich weit über die nördliche Halbkugel ausbreiteten, sie mit einer zusammenhängenden gewaltigen Eiskruste bedeckten. Unstreitig bestand diese Eisdecke vor der menschlichen Epoche zu einer Zeit eisiger Ruhe, die von bedeutender Dauer gewesen sein mag und doch nur ein Moment in jener Reihe von Oscillationen war, wodurch die Erde von ihrem glühend heißen Zustande zu ihrer gegenwärtigen Temperatur gelangt ist. —

Die gewaltige Ausdehnung der früheren Gletscher, die wir als eine Thatsache anzunehmen genöthigt sind, hat zur Erklärung einer Erscheinung geführt, welche zu allen Zeiten die Aufmerksamkeit der

Naturforscher erregt hat, ich meine die Ablagerung erratischer Blöcke oder Findlingsblöcke. Es sind große Felstrümmer, die von dem Gestein der benachbarten Hügel und Berge so ganz verschieden sind, daß sie nicht als deren Trümmer gelten können. Sie sind Fremdlinge, deren Stammfels oft in weiter Ferne zu suchen ist. Massen von regellos eckiger Form ruhen oft auf den Gipfeln vereinzelter kegelförmiger Fußgestelle, oder sie schweben an steilen Gehängen, von denen jeder Stoß sie herabzustürzen droht. Im Sande der Ebnen verborgen, von Moos und Rasen bekleidet, in den Straßen der Städte und Dörfer, auf Feldern und Wegen, in Flüssen, auf Bergen, überall begegnen sie dem erstaunten Blicke des Wanderers. Der Fuß der Alpen zeichnet sich durch solche Blöcke aus. Dort finden sie sich in den auslaufenden Thälern, auf den Stufen der Abhänge, im Hügel- und Flachland, selbst in den Thälern des Jura und auf dem Rücken der Jurakette, in einer Höhe von 3300 Fuß, oft von ungeheurer Größe bis über 100000 Kubikfuß an Körperinhalt. Ebenso finden wir sie am Fuße des Himalajah, in den Umgebungen von Canton in China, am Kap der g. Hoffnung, am großartigsten aber im nördlichen Europa und Amerika. Die südliche Grenze dieser erratischen Erscheinungen erstreckt sich in einem weiten Bogen in Amerika durch das nördliche Mexiko, Texas, Alabama und Georgien; in Europa durch England, Holland, Westphalen und Hannover, am Nordrande des Harzes hin über Leipzig durch Schle-

sien und Polen südlich von Breslau und Warschau über Moskau bis gegen die nördliche Spitze des Ural hin. Der weite Raum, den dieser Bogen umfaßt, dessen Mittelpunkt Finnland und Skandinavien bilden, ist bedeckt mit mächtigen Sand- und Geröllagern, die zum Theil geschichtet, hie und da mit Schnecken und Muscheln vermengt sind, die alle noch lebenden Arten angehören, welche die nordischen Meere bewohnen, und in welchen eine große Menge eckiger Findlingsblöcke abgelagert sind. Bisweilen liegen diese Blöcke in unglaublicher Menge so dicht gedrängt, daß sie weite Strecken völlig unfruchtbar machen, oder doch dem Ackerbau große Hindernisse entgegenstellen. Oft ist ihre Größe erstaunenswerth. Berühmt sind die beiden Markgrafensteine auf den Rauenschen Bergen bei Fürstenwalde, deren größter 95 Fuß im Umfang und 25 Fuß über der Erde, zu einem Kunstwerke verwandt wurde, das an Stoff, Größe und Form den Meisterwerken der Alten zur Seite gestellt zu werden verdient. Einst unbeachtet in märkischen Waldungen, nur von der Sagenlust des Volkes als Kerker einer verzauberten Prinzessin verrufen, jetzt durch die Kunst in eine prachtvolle Schale verwandelt, bildet er seit 1827 die würdigste Zierde des Lustgartens vor dem Museum Berlins. Nicht minder mächtige Blöcke kennt das Flachland von Mecklenburg, Pommern und den dänischen Inseln. Bei Hesselager auf Fünen ragt ein Granitblock von 105 Fuß im Umfange 21 Fuß aus dem Boden hervor. In früheren

Zeiten dienten diese Findlinge zu Altären und Opfersteinen, zu Grab- und Heldendenkmälern. Spuren von Bearbeitung, eingehauene Vertiefungen und rohe Sculpturen verrathen noch den Zweck ihres früheren Gebrauchs. Bei Frankfurt liegen drei Steine auf einem bewaldeten Hügel, welche regelmäßige Reihen künstlich eingegrabner Löcher, gewöhnlich zwölf an der Zahl, zeigen, und schon seit langer Zeit die Einbildungskraft der Beschauer beschäftigen. Jetzt sind Straßen und Chausseen mit solchen Findlingsgesteinen gepflastert, Mauern und Häuser, Kirchen und Thürme daraus gebaut, und nach Jahrtausenden vermag vielleicht nur noch die Alterthumsforschung und die Ueberlieferung von diesen sonderbaren Fremdlingen unsrer norddeutschen Natur Kunde zu geben.

Nicht Granite allein sind es, sondern Gneiße, Glimmerschiefer, Porphyre, selbst Sand- und Kalksteine, deren Trümmer diese Ebenen bedecken. Auf letzteren werden seit Jahrhunderten selbst Kalköfen betrieben; aber alle gehören sie Gebirgen an, von denen sie jetzt durch Meere und Länder geschieden werden. Im nördlichen Rußland vom Onegasee westlich stammen alle Blöcke aus Finnland, in Preußen und Polen dagegen vermischen sich bereits die finnischen Gesteine mit schwedischen Gebirgsarten. Letztere nehmen immer mehr nach Westen hin zu, und in Holstein, Friesland und Holland stammen sie alle aus Schweden und Norwegen, bis endlich an der Ostküste Englands und Schottlands nur noch norwegische Ge-

birgsarten sich vorfinden. So ging jene Kraft, welche alle diese Blöcke zerstreute, nicht vom Nordpol, sondern vom Kamme der skandinavischen Alpen aus. In Schweden bilden diese Blöcke und der sie umhüllende Schutt niedre Hügelzüge, Oesars genannt, die das Gepräge alter Moränen an sich tragen und dort zu Kunststraßen benutzt werden. In Rußland, Polen und Norddeutschland dagegen kommen die Findlinge mehr gruppenweise vor, häufiger auf Anhöhen und am Abhange der sie begrenzenden Gebirge, als in Thälern und Flußbetten, oft noch in einer Höhe von 1000 Fuß. In Finnland endlich gleicht die erratische Bildung einer allgemein verbreiteten Decke von oft 50 Fuß Mächtigkeit.

Daß die erratischen Blöcke nicht Trümmer einer früher zusammenhängenden und aus der Tiefe der Erde hervorragenden Gebirgsmasse seien, welche durch darübergelagerte neue Gebilde dem Auge entzogen wurde, davon zeugt die ganze Natur dieser Erscheinungen. Wie soll man aber ihre Fortbewegung erklären? Von welchen Mächten wurden sie getragen? War es ein Zornausbruch des feurigen Erdinneren, oder eine gewaltige Fluth, welche diese Blöcke in so weite Fernen, selbst auf Berge schleuderte? War es eine einzige furchtbare, aber schnell vorübergehende Katastrophe, oder eine lange Kette von Ereignissen, welche diese Fremdlinge über die Ebenen zerstreute? Das sind Fragen, welche den Naturforscher seit langer Zeit beschäftigen. Der erste Anblick dieser regellos

durcheinander geworfenen Blöcke ließ sie gleichsam als eine von oben herabgestreute Saat erscheinen, und wirklich fanden sich Naturforscher, wie Chabrier und Koch veranlaßt, in ihnen Reste eines zerstörten Erdtrabanten zu erblicken. Andere versuchten es, auch hier die geheimnißvolle Kraft von unten empordrängender Gewalten eine Rolle spielen zu lassen. Noch in neuerer Zeit sieht Boll in Neubrandenburg in den Trümmergesteinen der baltischen Ebne die Wirkungen einer gewaltsamen Katastrophe, welche sich nach Ablagerung unsrer tertiären Bildungen, aber gleichzeitig mit dem Diluvium ereignete. In jener Zeit der Geburtswehen des skandinavischen Gebirges drängten die plutonischen Massen von unten empor und suchten die feste Erdrinde weithin zu durchbrechen. Sie bogen und hoben, lösten und zerbrachen oder sprengten durch Stöße die sie überdeckenden Felslagen. Minenartige Explosionen schleuderten viele Meilen hoch ihre Bomben empor, die in weitem Kreise über die umliegenden Länder als Steinregen herabfielen. Aber dem bombardirenden Pluto mußte Neptun in seiner Arbeit helfen. Auf gewaltigen Fluthen trug er die von plutonischer Kraft zersprengten und zerriebenen Trümmer über die Ebenen hin und lagerte die Schichten des Diluviums ab, in welchen die immer mächtiger geschleuderten Bomben begraben wurden, bis die furchtbarste Explosion, welche zahllose große Blöcke zerstreute, das Ende der Katastrophe, die Geburt des skandinavischen Gebirges verkündete. Diese kriegerische

Hypothese auch auf die erratischen Blöcke der Alpen überzutragen, hat noch Niemand versucht. Wasser schien hier die einzige Kraft zu sein, welche man solcher Wirkungen für fähig hielt.

Nicht nur die wallartige Gestalt solcher Geröllanhäufungen und das Vorkommen von Blöcken auf leichtem Sand- und Ackerboden, in welchen sie ein Sturz aus der Höhe hätte versenken müssen, sondern auch die Furchen und Schliffflächen des Gebirgsbodens selbst in bedeutenden Höhen deuten auf ein Schleifen und Wälzen der Trümmergesteine über denselben hin. Auch die skandinavischen Alpen zeigen auf ihrer Südseite bis zur Höhe von 1500 Fuß diese Furchen und Schliffflächen. Heftig strömende, mit Grus, Sand und Blöcken beladene Fluthen haben an der Nordseite die Ecken und Kanten der Felsen abgerundet und auf der Südseite die Trümmerwälle der Oesar gebildet. Man hat in der Erfahrung eine Bestätigung für die bewegende Kraft sturmbewegter Fluthen gesucht und gefunden. An den Küsten Finnlands zeigt man Blöcke von bedeutender Größe, welche noch in diesem Jahrhundert durch Sturmfluthen an ihren jetzigen Ort getragen wurden; und Eisschollen setzten noch im Winter 1838 einen Granitblock Finnlands mitten auf der Insel Hochland ab. Die Sage von einer cimbrischen Fluth, welche 200 Jahre v. Chr. die nordischen Ebenen überströmte, ließ daher zuerst einen Halt für die Anschwemmung der Findlingsblöcke finden; und wenn man auch keine Beweise für ein so junges Ereigniß fand, Meere

bedeckten gewiß in grauer Vorzeit die heimathlichen Fluren. Inselgleich ragten die Ketten der Karpathen, des Riesengebirges, der Thüringerwald und Harz aus dem Ocean hervor und mächtige Eisschollen trugen Steine und Felsblöcke vom Nordpol her, ließen sie am Strande und auf dem Wege fallen, und das Jahrtausendlange Rollen und Reiben der Wogen gab ihnen ihre jetzige Gestalt. Diese schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts von Winterfeld und Wrede aufgestellte Erklärung des Phänomens der erratischen Blöcke durch Inseln von Treibeis wurde in neuerer Zeit von Lyell und de la Beche noch weiter ausgeführt und von den baltischen Ländern auch auf die alpinischen Blöcke übergetragen. Vermißt man aber schon in den südbaltischen Ebenen jede Spur einer früheren Strandbildung, so kommt in den Alpen noch die neue Schwierigkeit hinzu, zu erklären, wie jene Massen von Treibeis, ohne zu zerschellen, ihren Weg durch die gewundenen Thäler in die offne Schweiz fanden, und wie, trotz der veränderlichen Winde und Strömungen, die Eismassen des Rhonethals ihre Blöcke auf den Höhen des Jura absetzten und nicht tief nach Deutschland verschlagen wurden. Das Studium der Alpenphänomene führte daher zu einer neuen Erklärung. Nicht stehende Gewässer und ihre Eisbrücken, sondern gewaltige Stromfluthen sollten jene Trümmer von ihren Stammfelsen herabgeschleudert haben. Leopold v. Buch war der Gründer dieser Theorie. Er erkannte zuerst die ganze Größe dieser Erscheinungen und faßte sie, unterstützt

durch eine umfassende Localkenntniß, unter einem allgemeinen Gesichtspunkt zusammen. Ihm behagte es nicht, wie de Saussure, zur Erklärung von Meeresströmen einen plötzlichen Rückzug des Oceans durch Einstürze der Erdrinde und Oeffnungen tiefliegender Höhlungen anzunehmen; er läßt die Alpen und ihre Umgebungen selbst durch plutonische Kräfte aus dem Meere aufsteigen, und die Gewässer, durch den Stoß aufgeworfen, in ungeheurer Fluth von den Gipfeln zur Ebne herabstürzen. Die Felsen wurden durch diesen Stoß zertrümmert und die Blöcke von den abfließenden Gewässern durch die zugleich geöffneten Seitenthäler fortgerissen. Daher finde man auch Blöcke, von den höchsten Höhen gebrochen, am weitesten fortgeführt und am höchsten auf den Bergen, welche der Richtung ihrer Bewegung entgegenstanden; Massen dagegen, welche sich von tiefer liegenden Felsen losgerissen, seien schon von weniger hohen, sich entgegenstellenden Hügeln aufgehalten worden, und würden deshalb an ihren Abhängen zerstreut gefunden. Aus jedem Thale läßt L. v. Buch solche Ströme gleichzeitig losbrechen und mit so unbegreiflich großer Schnelligkeit, daß die losgerissenen Felstrümmer nicht Zeit hatten, sich im Verhältniß ihrer Schwere zu senken. Bei ihrem Austritt aus den engen Thalschlünden breiteten sie sich fächerförmig in die Ebne aus und verloren dadurch seitlich an ihrer Geschwindigkeit, so daß sich die Blöcke um so tiefer senkten, je weiter sie von den Seiten entfernt waren. Was anfänglich nur für die Alpen und ihre

Umgebung galt, wurde nun auch auf den Norden Europas ausgedehnt. Eine noch furchtbarere Fluth, von den nordischen Ländern hervorbrechend, sollte die Trümmer der skandinavischen Gebirge über die Abgründe der Nord- und Ostsee hinweg auf Großbritannien, die deutschen und russischen Küstenländer geschleudert und dort in ähnlicher Weise die Blöcke zerstreut haben, wie im Umkreise der Alpen. Diese Hypothese bot ein so harmonisches Ganze dar, alle Thatsachen schienen darin so natürlich begründet, daß ihr eine allgemeine Anerkennung, in England sogar das Ansehen eines Dogma zu Theil ward. Dazu kam der längst begründete Ruhm L. v. Buchs, so daß seine Theorie angenommen wurde, ohne daß man es für nöthig erachtete, Berechnungen über die ungeheure Größe der Geschwindigkeit anzustellen, mit welcher die Blöcke in diesem Fluthenstrome fortgeschleudert werden mußten, oder sich zu fragen, woher und wohin die ungeheure Wassermasse gekommen sei. Dieser lange Zeit herrschenden Theorie stellten Charpentier und später Agassiz eine andre gegenüber, wonach die Kraft, welche die Blöcke fortgeführt habe, durch Gletscher ausgeübt wurde und die Ablagerungen der Blöcke als alte Gandecken zu betrachten sind. Sie machten auf die Spiegelflächen und Furchen der Felsen des Rhonethals bis zum Genfersee, wie des Jura in seiner ganzen Ausdehnung aufmerksam, sie zeigten, daß an den größeren Findlingsblöcken keine Spur von Abstumpfung und Zerreibung zu entdecken ist, wie es doch immer

den Geröllen der Ströme zukommt; sie sind eckig und scharfkantig, wie frisch abgesprengte Bruchstücke, und dies um so mehr, je größer sie sind. Sie wiesen darauf hin, wie die allmählig abnehmende Gewalt auch des reißendsten Stromes größere Blöcke auf geringere, kleinere auf weitere Strecken mit sich fortreiße, wie bei Ueberschwemmungsablagerungen immer die schweren Stücke unten, der feine Sand oben liege. Das Alles erschien bei den Findlingsblöcken ganz anders. Hier liegen Felsstücke von vielen tausend Kubikfuß und faustgroße Gerölle unter und neben einander, die großen oft oben, die kleinen unten. Oft treten die Ablagerungen der Blöcke in Wällen auf, die ein Thal schließen und nur vom Thalgewässer durchbrochen sind; solche Dämme aber baut kein Strom sich selbst in den Weg, sondern er reißt die, welche er findet, fort. Oft sind Blöcke auf das Sonderbarste aufgerichtet, wie auf Spitzen ruhend; Ströme aber richten nicht auf, sie werfen um. Auch die Schliffflächen des Felsbodens, auf dem die Blöcke liegen, konnten nicht vom Wasser bewirkt werden; oft sind sie durch fußdicke Geröll- und Sandschichten von den größeren Blöcken getrennt, zum Beweise, daß seit der Ablagerung der letztern keine große Gewalt mehr auf sie gewirkt haben könne, da sie sonst den Sand mit hinweggespült hätte. Alle diese Thatsachen lassen sich, wie es scheint, leicht mit der Annahme von Gletschern, schwer mit der von Strömen als wirkenden Ursachen vereinigen. Agassiz fand sich daher durch die nicht nur

in den Alpen und dem Jura, sondern auch im nördlichen Europa und Amerika wahrgenommenen alten Sanddecken und Schliffflächen veranlaßt, der Welt ein neues Zeitalter in ihren Kalender zu schieben, indem er einen Zeitpunkt allgemeiner Vereisung der Erde behauptete. Die Erkaltung der Erdrinde fand nicht gleichmäßig statt, in jeder geologischen Epoche traten plötzliche Temperaturänderungen ein. Eine solche Katastrophe war es, welche nach Erhebung des Jura unsre ganze Erdoberfläche von den Polen bis zum Mittelmeere mit Eis bedeckte. Die Alpen erhoben sich unter der Eisdecke, die Eisspiegel senkten sich und pfeilschnell glitten die Felsblöcke auf ihnen zum Jura hinab. Unter dem Einfluß einer wärmeren Periode verschwand die Eisdecke allmählig wieder. Die Gebirgszüge, welche Europa durchkreuzen, wurden Haltpunkte der Eismasse, und bald bildeten sich, während die Ebenen allmählig frei wurden, ebenso viele Gletschersysteme, als Bergketten vorhanden waren. Auf diesen Gletschern wurden die Findlingsblöcke von oben herab bewegt, und man findet sie deshalb stets in sternförmiger Verbreitung um die Gebirge, von welchen sie stammen, gelagert. Allmählig wurden die niederen, dann auch die höheren Gebirgsketten ganz frei von Gletschern und endlich blieben nur noch als geringe Reste der ehemaligen Eiszeit die Gletscher der Alpen und der wenigen andern ewigen Schnee tragenden Gebirge und der Polargegenden zurück. Dies ist die Theorie von Agassiz, die immer mehr Anhänger

gewinnt, weil durch sie die Verbreitung der erratischen Blöcke und aller dabei beobachteten Erscheinungen am besten erklärt wird. Indeß sind auch gegen sie manche Einwürfe erhoben worden. Man hat gefunden, daß eine solche Herabstimmung der Temperatur, wie sie zur Erzeugung so ausgedehnter Gletscher nöthig war, in schreiendem Widerspruche stehe mit den Thatsachen, welche uns in jener Periode ein tropisches Klima in der Schweiz und selbst unserm nördlichen Deutschland erkennen lassen, wo Palmen wuchsen und Muscheln der Tropengegenden lebten. Der Kontrast ist grell; aber dennoch scheinen Erscheinungen für die Existenz eines solchen kälteren Klimas zur Zeit der erratischen Epoche zu sprechen. Gelten nun einmal die Thatsachen in den Naturwissenschaften als einziger Prüfstein, so müssen auch die erratischen Erscheinungen, so lange sie nur mit den jetzt an den Gletschern beobachteten Thatsachen übereinstimmen, aus gleichen Ursachen begriffen werden. Wenn man einst andere Kräfte aufgefunden haben wird, welche ebenfalls Rundhöcker, Schliffflächen und Streifen, gefurchte Gerölle und Findlingsblöcke in Gemeinschaft erzeugen, erst dann können jene Gletscher der Vorwelt mit Recht in Frage gestellt werden. Bis dahin drängt sich uns gewaltsam der Schluß auf, daß einst durch eine sehr lange Periode Großbritannien großentheils und Skandinavien gänzlich von Gletschern bedeckt war, die bis ins Meer hinabstiegen, und daß die erratischen Ebenen von Deutschland, Rußland und Sibirien von einem Polar-

meere bedeckt waren, auf dessen Grunde die Sand- und Kiesmassen sich schichteten, und die Eisflöße mit ihren Findlingen strandeten. Der Boden dieses alten Polarmeeres hob sich allmählig empor, und von dem weiten Ocean, welcher die Nordsee mit dem weißen Meere verband und Skandinavien als Insel umfluthete, wie Spitzbergen jetzt vom Eismeere umfluthet ist, blieb uns nur die Ostsee übrig. Noch jetzt dauert diese allmählige Erhebung des Bodens in Schweden fort, wie mit völliger Bestimmtheit in historischer Zeit nachgewiesen ist. Es ist die letzte Regung jener Zeit, welche die Geburt der Gegenwart einleitete und in ihren Trümmern uns die Großartigkeit ihres Schaffens und Zerstörens ahnen läßt.

So einfach und natürlich die Gletschertheorie ist, so darf sich nimmer die Naturforschung verleiten lassen, die Einfachheit ihrer Vorstellungen und Schlüsse auf die bunte Mannigfaltigkeit der Natur übertragen, die geheimnißvolle Meisterin aus einem ihrer Werke in ihrer ganzen reichen Thätigkeit begreifen zn wollen. Das hieße die Natur construiren. Unleugbar waren es Gletscher, welche zahllosen Findlingsblöcken ihren Ursprung gaben; aber andere tragen ein ganz anderes Gepräge. Die Blöcke des Aarthals haben nichts von der eigenthümlichen Moränenbildung an sich, und an zahlreichen Orten finden sich abgerundete von geschichteten Kiesmassen umschlossne Blöcke, welche offenbar von Strömen gerollt und abgesetzt wurden. Am schwierigsten aber läßt sich die erste Ursache jener Vereisung und

Vergletscherung, die plötzliche Erstarrung, der Wechsel von Wärme und Kälte, von Leben und Tod auf der Erdoberfläche begreifen. Der Einfluß der innern Erdwärme ist zu unbedeutend, die Wärme unsrer Atmosphäre und unsres Bodens ist fast ausschließlich Wirkung der Sonne. Man müßte daher einen Wechsel in der Stärke der Sonnenwärme nachweisen, eine Aufgabe, welche die größten Astronomen vergebens zu lösen versuchten; und selbst dann noch würde die plötzliche Vereisung, der plötzliche Untergang der ganzen organischen Natur ein ungelöstes Räthsel bleiben. Dessenungeachtet haben ältere und neuere Forscher die Tiefen der Astronomie zur Begründung ihrer Ansichten erschöpft. Schon Wrede nahm im J. 1804 in der Verlegenheit, das nöthige Meereswasser herbeizuschaffen, welches im Verein mit dem atmosphärischen unser Diluvium gebildet haben sollte, seine Zuflucht zu einem veränderlichen, excentrischen Schwerpunkt der Erde. In neuerer Zeit folgte ihm ein französischer Gelehrter, Adhemar, welcher den Ursprung jener Eismassen in ursächlichen Zusammenhang mit der langsam fortschreitenden Drehung der großen Axe unsrer Erdbahn und der dadurch bewirkten Veränderung im Verhältniß unsrer Jahreszeiten brachte, und daraus selbst eine unheilvolle Zukunft für das Menschengeschlecht prophezeihte. Der Cyclus jener Drehung beträgt 21000 Jahre. In der einen Hälfte verlängern sich die beiden warmen Jahreszeiten beständig, während die beiden kürzeren abnehmen. Die größeste Ausdehnung erreichten unser nördlicher Frühling

und Sommer im J. 1248 zur Zeit Friedrich II., seitdem nehmen sie wieder ab. Dies geht fort bis zum J. 11784 unsrer Zeitrechnung, wo Herbst und Winter ihre größte Länge erreicht haben, wie sie selbe schon 9252 Jahre v. Chr. besaßen. Diese Verhältnisse der großen Axe der Erdbahn benutzt Adhemar zur Erklärung jener ungeheuren Eisdecke, für deren einstiges Dasein so viele Thatsachen zu sprechen scheinen. Gegen die bisher allgemein gültige Ansicht, daß die größere Sonnennähe, in welcher sich die Erde während der überwiegend warmen Jahreszeiten der Südhemisphäre befindet, die längere Dauer derselben für den Norden durch einen größeren Wärmegrad ausgleichen müsse, wendet Adhemar ein, daß es nicht sowohl auf die Menge der Wärme ankomme, welche die Erde empfange, als auf die, welche ihr verbleibe. Die südliche Polarzone aber hat, wie die nördliche, während des Winters längere Nächte, und überdies gegenwärtig eine längere Dauer des Winters; daraus folgt für sie natürlich eine größere Zahl von Nachtstunden, als für die nördliche. Jene strahlt daher in den längeren Nächten mehr Wärme aus, fühlt sich stärker ab, hat also nothwendig eine niedrigere mittlere Temperatur, als die nördliche. Deshalb bildet auch das südliche Polarmeer gegenwärtig wegen der längeren Winternächte eine größere Eismasse, als das nördliche. Dauert dieser Unterschied mehrere Jahrtausende fort, so wird er allmählig sehr bedeutend werden. In der That lehrt die Beobachtung, daß sich die südliche Eiszone über zwölf

Breitengrade weiter vom Südpol erstreckt, als die nördliche vom Nordpol, und daß das Südpolareis viel dicker ist, als das Nordpolareis. Eine so bedeutende Ungleichheit der Eismassen an beiden Polen, meint nun Adhemar, müsse auch das Gleichgewicht zwischen ihnen stören und den Schwerpunkt aus dem Centrum der größern Masse nähern, so daß er sich jetzt vielleicht schon auf der Südseite des Aequators befinde. Eine weitere Folge werde sein, daß sich das Wasser des Oceans von der Seite der geringern Eismasse gegen die der größern und nach dem Schwerpunkt hinziehe, so daß es das Land in der Nähe jener trocken lege und in der Nähe der größern Eismasse überschwemme. Daher komme es, daß jetzt der Nordpol fast überall von Land umgeben sei, während sich die Kontinente gegen den Südpol, wo das Meer tiefer ist, pyramidal zuspitzen. Nach dem Jahre 6500, wo die nördlichen Winter anfangen den Sommer zu überwiegen, vergrößert sich das Nordpolareis, das schon jetzt langsam wachsend zunehmen soll, immer mehr, während das Südpolareis anfängt zu erweichen und abzuschmelzen. Beim höchsten Grad der Erweichung trete dann nach dieser Hypothese ein Eisgang ein, der Schwerpunkt gehe auf die nördliche Seite über, die Wasser des Südpols stürzen gegen den Nordpol, bedecken das ihn umgebende Land unter ihren Fluthen und hüllen die vom trocknen Lande gegen den Pol hin gespülten organischen Geschöpfe in die Eismassen ein. Eine solche Fluth wird also schon nach dem Jahre 6500 eintreten, wie sie sich

auch um 9250 v. Chr. ereignete, wo nach Agassiz jene ungeheure Eiskruste die ganze nördliche Halbkugel bedeckte. Das ist die für die künftigen Geschicke der Menschheit so trostlose, und sich doch durch mathematische Schärfe so glaubwürdig hinstellende Hypothese Adhemars. Glücklicher Weise steht aber auch sie nicht über gerechte Zweifel erhaben. Ein Sphäroid, wie unsre Erde verändert nicht so leicht seine Axenstellung und seinen Schwerpunkt. Sollte ein so bedeutendes Phänomen erzeugt werden, so müßte das Uebergewicht der einen Eismasse über die andere dem Gewichte des ganzen Himalaya gleichkommen. Ueberdies fällt die größte Kälte keineswegs auf die astronomischen Pole selbst, sondern in deren Nähe auf die Kältepole. Dort also muß sich das meiste Eis befinden, und der Schwerpunkt kann mithin nicht in der Richtung der Erdaxe, sondern nur in der der Kältepole verrückt werden. Dadurch aber würde eine Aenderung der Rotationsaxe herbeigeführt, die von der Astronomie als unmöglich zurückgewiesen wird. Daß klimatische Veränderungen aus den die Stellung der Apsidenlinien verändernden Störungen hervorgehen, kann nicht geleugnet werden, aber schwerlich solche, welche die mittlere Wärme eines Orts um mehr als $\frac{1}{2}{}^{0}$ ändern. Auch jene plötzliche Wasserversetzung von einem Pole zum andern ist nur denkbar bei einem plötzlich eintretenden Eisgange, nicht aber bei einem langsamen Abschmelzen des Eises, wie es die so langsam veränderte Stellung der Apsidienlinie mit sich führt. Selbst das scheint zweifelhaft,

daß sich bereits jetzt der Schwerpunkt auf der Südseite des Aequators befinde, denn schon jetzt müßten die Gewässer der nördlichen Meere in einer Strömung nach dem Südpol begriffen sein, deren Spuren uns doch das Sinken des Meeresspiegels an den europäischen Küsten erkennen lassen würde. Trat überhaupt eine solche Eisfluth vor der jetzigen Epoche ein, so hätte sie nach dieser Hypothese offenbar ihre Richtung von Norden nach Süden nehmen müssen, und doch machen es alle geologischen Erscheinungen viel wahrscheinlicher, daß das Wasser, welches die Elephanten in die nördlichen Eismassen einhüllte, gegen Norden geflossen sei. Das Gewagteste aber würde es sein, aus dieser zwischen 10500 Jahren schwankenden periodischen Wasserversetzung von einem Pole zum andern die früheren neptunischen Niederschläge ableiten zu wollen. Fluthen haben unstreitig unsrer Erdoberfläche ihre letzte Gestaltung gegeben, aber sie waren nur die Thränenfluthen, welche den Wuthausbrüchen des plutonischen Erdinnern folgten. Nicht die Wasserwogen und die Eisberge Adhemars drohen der europäischen Kultur und den Künsten des Friedens, an denen Jahrtausende gearbeitet, den Untergang; nur die plutonischen Gewalten der Tiefe grollen der gegenwärtigen Ordnung der Dinge und mahnen den in Träume der Sicherheit gewiegten Erdbewohner an die Lebenskraft unter seinen Füßen, welche nie zu schaffen und zu gestalten ruhen wird.

Noch ist es nicht gelungen, die räthselhafte Erscheinung der erratischen Blöcke, die eine so weit ver-

breitete ist, unter einen allgemeinen Gesichtspunkt zu bringen und durch eine einfache erschöpfende Ursache zu erklären. Es ist ein vergebliches Bemühen. Wer will die erratischen Erscheinungen des Völkerlebens aus gleichem Ursprung herleiten? Wohl sehen wir ein Volk mit dem Fluche der Geschichte beladen umherirren durch die Länder der Erde, ein Fremdling, ohne Vaterland, ohne Heimath. Eine furchtbare Katastrophe zerstreute es in die Welt, weil es seinen Gott und sein Recht verkauft hatte. Aber wir sehen auch ein andres Volk heimathlos in weite Fernen zerstreut, das deutsche Volk als Fremdling auf fremdem Boden. Kein plötzliches Strafgericht zerstiebte es in die Winde, seine Söhne verzagten in den Zeiten der Trübsal, sie suchten ein Vaterland, weil sie die Freiheit suchten. So rufen mannigfache Ursachen gleiche Geschicke, gleiche Erscheinungen im Völkerleben hervor. So schaffen auch verschiedene Ursachen gleiche Wirkungen im Leben der Natur. Jene erratischen Blöcke der Alpengegenden und der nordischen Ebenen sind das gemeinsame Erzeugniß zahlreicher Kräfte der von unten herauf die feste Erdrinde zersprengenden plutonischen Gewalten, wie der sturmbewegten Meereswogen und der aus den Höhen niederstürzenden Ströme, der strandenden Eisschollen, wie der langsam niedergleitenden Gletscher.

3) Die Wirkungen der organischen Kräfte.

Gewaltig erschüttern die Feuermächte aus dem Schooße der Erde heraus ihre Rinde, krümmen sie gleich einer dünnen Schlackendecke in Falten, treiben sie blasig auf, durchbrechen sie und überschütten sie mit ihren glühenden Massen. Wasserfluthen nagen an den Umrissen der Festländer, zerstören Küsten, durchwühlen Felsen, verschlingen Inseln und Berge, oder bauen neue Länder und setzen ihrer eignen Zerstörungswuth mächtige Dämme entgegen. Selbst das kalte Reich des Todes, die starre Natur des Eises zerstört und baut, und wird zum Boten und Träger der Gesteine in ferne Länder. Aber auch die organische Welt schaart sich zum Baue des Erdballs zusammen, und die Blätter der Erde tragen nicht bloß rohe Massen, mechanisch zusammengefügt, nicht bloß Leichen früherer Schöpfungen in starre Gräber gehüllt, sie tragen auch lebendige Schöpfer der Gegenwart, eine regsame Welt von Wesen, berufen wie es scheint, das lebendige Kleid der Erde zu weben. Diese organische Welt, die noch mit den Leibern ihrer Opfer in den Bildungsproceß der Erde wirkend eingreift, ist vom höchsten Interesse für die Geologie. Sie drückt den verschiedenen Schöpfungsepochen einen bestimmten lokalen Charakter auf, der um so mehr hervortritt, je näher die geologische Epoche an die unsrige hinanreicht.

Pflanzen und Thiere geben der Erde wieder, was von ihr genommen ward. Die Pflanzenwelt, dies eigentliche Kind der Erde, strebt aus dem mütterlichen Boden empor in die Lüfte des Himmels, als wollte sie aus ihnen die zarteren Stoffe herabholen, um die Mutter zu nähren. Wie Fangarme streckt die Erde die Riesenbäume dem Himmel entgegen, wie Seufzer nach Verklärung entsteigen ihr die Blumen. In der Pflanzenwelt verjüngt sich die Erde, und ihre todten Ueberreste sind die Quellen neuen Lebens. Ueberall, wo Flora's Herrschaft nicht durch eine ewige Eisdecke ein Ziel gesetzt ist, bildet sich die Vegetation selbst den Boden, der sie trägt und nährt, durch Vermischung abgestorbener pflanzlicher und thierischer Bestandtheile mit Sand, Geröllen, Geschieben und erdigen Theilen. Diese Acker- oder Dammerde besteht daher aus den zersetzten Bestandtheilen des zertrümmerten und verwitterten Felsbodens, aus dem sie hervorgegangen, aus Kiesel- und Thonerde, aus Kalk- und Talkerde, aus Ammoniak- und Kalisalzen, aus Humus und Humussäure. Der Humus macht gewöhnlich 1—10 Procent der fruchtbaren Dammerde aus und bildet sich unter dem Einfluß von Feuchtigkeit, Luft und Wärme beim Vermodern thierischer und vegetabilischer Stoffe. Diese braune pulverförmige Substanz saugt so begierig Feuchtigkeit ein, daß sie 3/4 ihres Gewichts Wasser enthalten kann, ohne naß auszusehen, und dieser Wassergehalt dient besonders zur Lösung der Nahrungsmittel, welche die Wurzeln der Pflanzen aus dem Boden aufnehmen;

ohne sie wäre der Boden unfruchtbar. Sand=, Lehm=, Kalk= und Thonboden enthält den sogenannten milden Humus, der am vortheilhaftesten auf das Wachsthum der Pflanzen einwirkt und am reichsten in den wald= und pflanzenreichen Tropenländern vorkommt, wo er oft mehrere Fuß mächtige Lager bildet. Der saure Humusboden enthält freie Humussäure und ist am unwirksamsten gegen Pflanzen. Er findet sich gewöhnlich an Orten, wo sich der Humus in großen Massen angehäuft hat, wie in Sümpfen und Mooren, und wo, wie in Sandgegenden, die zum Binden der Humussäure nöthige Kalk= und Thonerde fehlt. Am weitesten verbreitet ist er im nördlichen Amerika und Europa, und in der sibirischen Tiefebene, der Tundra, bedeckt er Tausende von Quadratmeilen. An ihn schließt sich der Haideboden Norddeutschlands und Nordasiens an, der sich aus unserm Haidekraut (Calluna vulgaris) bildet und wie jener freie Säuren, vorherrschend aber Kohle und Harze enthält. Gewöhnlich ruht er auf grauweißem Sande, der in größerer Tiefe bald in gelben Sand übergeht, oft aber so stark eisenschüssig ist, daß er braunroth erscheint. Dem norddeutschen Landmann ist diese Erde als Fuchserde oder Ur bekannt und als völlig todt und unfruchtbar verhaßt. Die Bildung der Dammerde geht ununterbrochen, aber äußerst langsam vor sich, und aus der Dammerde, die sich über Lavaströmen am Fuße des Aetna gebildet hatte, schließt man, daß zur Erzeugung einer Linien hohen Lage wenigstens ein Jahrhundert er=

forderlich sei. Auch der tiefere Untergrund scheint auf die Beschaffenheit der Vegetation einen Zufluß zu haben, wiewohl es von vielen Botanikern bestritten wird. Der Charakter der Floren scheint nicht allein nach der dünnen oberflächlichen Bodendecke, sondern auch nach dem Untergrunde zu wechseln. Jene unübersehbaren Grasflächen der südrussischen und westasiatischen Steppen, jene einförmigen Grasmeere der amerikanischen Savannen und Llanos scheinen die Einförmigkeit ihres Charakters weniger den wechselnden oberen Schichten als dem tiefliegenden Thon- und Sandboden ihrer Unterlage zu verdanken. Darum gehen die Pampas von Buenos Ayres in nackte Wüsten über, und der öde Wüstengürtel Afrikas und Asiens verdankt seine todte Natur nicht dem Mangel an Dammerde, sondern der Unmöglichkeit, solche zu bilden. Die größte Aufmerksamkeit verdient die Torfbildung, welche besonders in Niederungen, in mulden- und kesselförmigen Vertiefungen, an den Ufern von Meeren und Seen, überhaupt in Gegenden stattfindet, die jährlich längere Zeit unter stagnirendem Wasser stehen, oder Moore, Sümpfe und Moräste bilden. Aber auch auf Gebirgen bildet sich Torf und nimmt hier nicht selten große Flächenräume ein, so auf dem Harz, dem Riesen- und Erzgebirge, in Böhmen und Thüringen, in Irland und dem Schottischen Hochland. Oft bedeckt er auch große Seen und Teiche oder bildet schwimmende Inseln. Eine der größten schwimmenden Decken trägt wohl der Neusiedlersee in Ungarn. Diese, dort Hanság genannt, ist

ein schwimmendes Moor, das auf einem Flächenraum von 6 □M. nur Rohr, Schilf, Binsen, wenige Birken und Erlen und ein saures Heu hervorbringt. Nur in trocknen Jahren ist die Heugewinnung möglich, bei nasser Zeit läßt man das Vieh dort weiden, das oft bis an den halben Leib in Schlamm versinkt. Es gehört besondere Geschicklichkeit dazu, auf dieser schwimmenden und wie Wasser wogenden Bodendecke zu gehen, deren Dicke nur 2 — 4 Fuß beträgt. — Auch der Torf verdankt seinen Ursprung abgestorbnen, vermoderten und zersetzten Pflanzen, deren Formen sich um so weniger im Torfe erkennen lassen, je weiter die Verwesung vorgeschritten ist. Es ist daher durchaus unwahrscheinlich, daß der Torf, wie noch Manche annehmen, eine eigenthümliche Mineralbildung, und das häufige Gemenge desselben mit Vegetabilien nur zufällig sei. Vielmehr giebt ihm eine durch Feuchtigkeit beschränkte und aufgehaltne Verwesung und Verkohlung verschiedner Sumpfpflanzen, besonders der Torfmoose, Wollgräser, Riedgräser, Binsen u. a. m. seine Entstehung, wie man es durch künstliche Nachbildung bewiesen hat. Das Absterben und Verfaulen der untern Theile der Gewächse liefert die einzelnen Torfschichten, auf denen eine neue Pflanzendecke emporschießt, die im Verlauf der Jahre sich gleichfalls in Torf umwandelt. Die oberste Decke der Moore bildet der Rasentorf oder Stechtorf, der noch als ein verfilztes Gewebe der torfbildenden Pflanzen erscheint. Darunter liegt der Moortorf von dunkler Farbe und zu

unterst der Pechtorf, ein schwarzer, dicker Schlamm, in dem sich gar keine Pflanzenbestandtheile mehr finden, die ihre eigenthümliche Structur erhalten hätten, und der, wenn er in Formen gepreßt wird, auch den Namen Baggertorf führt. Nach den Pflanzen, welche den Torf bilden, unterscheidet man vor allen den Moostorf, welcher durch die eigenthümliche Beschaffenheit des Sumpfmooses die Bedingung seiner beständigen Wiedererzeugung in sich trägt, während die übrigen Torfarten, welche durch Umwandlung von untergetauchten Wiesen, Schilfgründen u. s. w. gebildet wurden und meistens in alten Seegründen oder trockengelegten blinden Flußarmen sich finden, keiner Wiedererzeugung fähig sind und nach der Ausbeutung steril bleiben. Die Streitigkeiten, welche sich öfters über die Wiedererzeugung des Torfes erhoben haben, beruhten hauptsächlich auf der ungenauen Unterscheidung der verschiedenen Torfarten, indem die Anfänge der Wiedererzeugung sich auf Thatsachen stützten, welche den Moostorfen entnommen waren, während ihre Gegner die Beweise für ihre Ansicht in Wiesen- und Seetorfen fanden. Alle vegetabilische Substanz kann unter günstigen Verhältnissen bei gehöriger Feuchtigkeit und Druck in Torf übergehen, das spätere Fortwuchern und Wiedererzeugen des Torfes ist aber nur in solchen Ablagerungen möglich, welche aus Moostorf gebildet sind. Für das Wachsen des Torfes sprechen auch ferner die zahlreichen thierischen Ueberreste, Knochen von Pferden, Hirschen, Rennhieren, Ochsen und Auerochsen, die man in Torfmooren

findet. In dem ostfriesischen Torfe fand man sogar unter Baumstämmen einen wohlerhaltnen menschlichen Leichnam in der unversehrten Tracht eines alten Friesen. Aehnliches kommt in den englischen und irischen Mooren vor. Auch Werke von Menschenhand hat man häufig gefunden. So entdeckte man in der holländischen Landschaft Drenthe unter dem Torfe einen Straßendamm, der 4500 Schritt weit verfolgt wurde, zum deutlichen Beweis der oft weit erstreckten Bodenerhöhung der Torfmoore durch Nachwachsen derselben. Zum Brennen wird der Torf auch in unsern Gegenden wohl schon seit dem 13. Jahrhundert gebraucht, da Urkunden seiner erwähnen. Eine kunstgemäßere Gewinnung ward jedoch erst im 16. Jahrhundert eingeführt und besonders durch holländische und ostfriesische Kolonisten gefördert, welche kein anderes Brennmaterial als den Torf kannten und unsre Vorfahren auf diesen Schatz ihres Bodens aufmerksam machten. In Irland und auf der baumlosen Insel Hiddensee bei Rügen findet wohl die mannigfachste Benutzung desselben statt. Dort dient er selbst als Baumaterial. Freilich können diese Bauten keine Paläste werden, und die armseligste Alpenhütte kann keinen traurigern Anblick gewähren als diese architectonischen Stümpereien, deren krüppelhafte Formen, mit ihren Dächern von Seegras, ihrem Gemäuer von Torf oder Feldsteinen, und ihren kleinen Gucklöchern, die hin und wieder aus gebognen Schiffsfenstern bestehen, diese Höhlen des grenzenlosesten Elends, der tiefsten Schmach des Menschengeschlechts. —

Ein großartiger Bildungsproceß durch die Vegetation geht in jenen tropischen Urwäldern vor, wo noch keine Kultur das Wirken der Natur gestört hat. Dort wird der Boden von einer ungeheuren Menge abgestorbner Baumstämme, gebrochner und geknickter Aeste bedeckt, die durch wuchernde Schlingpflanzen und Moose in eine feste Schicht verwebt sind, die sich allmählig in eine torfähnliche Substanz verwandelt. Wenn gleich dieser Proceß trotz der Unterstützung, welche er in der moosigen Vegetation des Bodens findet, nur langsam fortschreitet und in Jahrhunderten kaum merkliche Anhäufungen bewirkt, so giebt es doch besondere Zufälle, welche die Schöpfungskraft dieser Wälder bedeutend erhöhen. In den Tropenregionen ist es nichts Seltenes, durch heftige Stürme ganze Wälder umgeworfen, Bäume entwurzelt oder zerknickt zu sehen. Auf den Antillen wurden meilenweite Flächen des herrlichsten Waldes durch solche Orkane zerstört, und Bäche und Flüsse, angeschwellt durch Wolkenbrüche und durch die Baumtrümmer aufgestaut, überschwemmten die niedergeschmetterten Wälder, ihre Bewohner aller Art im Schlamm begrabend. Auf meilenweite Strecken hin wurde das Meer im buchstäblichen Sinne von den ausgerissnen Bäumen überdeckt, und nicht auf dem festen Lande allein, sondern selbst auf dem Grunde des Meeres bedeutende Ablagerungen gebildet. Auch Hebungen und Senkungen des Bodens haben an vielen Stellen der europäischen Küsten Wälder unter das Niveau des Wassers getaucht und unter den Aufschwemmungen

des Strandes begraben. Selbst die Treibholzflöße, welche von vielen Strömen Amerikas weit in das Meer geführt und vom Golfstrom fortgetrieben viele nordische Küsten, Island, Spitzbergen, Grönland mit Brennmaterial versorgen, können bedeutende Ablagerungen veranlassen. Diese untermeerischen Waldungen zeigen gewöhnlich zusammengedrückte, bald stehende, bald nach einer Richtung übereinandergeschichtete Stämme mit Wurzeln, Zweigen und Blättern, die durch Wasserpflanzen oder Thon- und Sandschichten zusammengehalten werden. Oft bieten die Stämme durch langen Aufenthalt unter dem Wasser eine der Braunkohle ähnliche Beschaffenheit und sehr bedeutende Dichtigkeit dar, und es bedarf nur der Hinweisung auf die Zusammensetzung unsrer Braunkohlenlager aus übereinandergeworfenen, zusammengedrückten Baumstämmen, um zu zeigen, daß bei der Bildung dieser Braunkohlenlager ähnliche Phänomene im Spiele waren. Die gewaltigen Tannen- und Fichtenstämme, welche unter dem Boden der Baltischen Ebenen lagern, sind sprechende Zeugen für die Theilnahme dieser lebendigen Natur an der Geschichte unsrer Vorzeit. —

Wie die Pflanzenwelt, so baut auch die Thierwelt ihre Lager und Berge auf. Das größte Interesse erregen durch ihre Großartigkeit die Bauten der Korallenpolypen, die Korallenriffe und Madreporeninseln. Diese zarten Bewohner der Meere erinnern durch Mannigfaltigkeit der Farben und Gestalten an die buntesten und blumenreichsten Wiesen. Bald rindenartigen Fels-

überzügen gleichend, wie Eschara und Astraea, bald ästigen, strauchartigen Gewächsen, wie Madrepora, bald als kugelige Massen, wie Porites, oder in pilz- und becherähnlichen Formen erscheinend, wie die Fungia, bildet der kalkige Rückstand des Familienstocks nach ihrem Tode oft einen Riesenbau, an welchem Millionen von Individuen, beständig sich auseinander entwickelnd, gebaut haben. Ein fester Grund von Fels oder Muscheln ist die Bedingung ihrer Thätigkeit, und Licht der unentbehrliche Reiz ihres Lebens. Niemals gedeihen sie in trübem Wasser, und nie steigen lebende Stämme in größere Tiefen als 20—30 Faden hinab. Deshalb entstehen die meisten Riffe an seichten Küsten als Strandriffe, in unmittelbarer Nähe oder in weiterer Entfernung. Allmählig erhebt sich das Riff an die Oberfläche des Wassers, dann arbeiten die Thiere nicht weiter aufwärts, denn sie können nicht über dem Wasser leben. Das Meer brandet gegen den ihm entgegengestellten Damm, welcher sich noch durch Breite zu vergrößern sucht, zertrümmert seinen Rand und schleudert große Blöcke und kleinere Trümmer auf die Oberfläche des Riffs zusammen. Stürme wühlen Sand und Schlamm, zerriebene Muschelschaalen, Fischknochen und Brocken von andern Seethiergehäusen vom Meeresgrunde auf, und werfen sie nebst Tang in die Zwischenräume der Blöcke, welche dadurch in ihrer aufgehäuften Lage verbunden und befestigt werden. Das Ganze verkittet sich unter dem Einflusse der brennendheißen Sonne zu einer festen Masse, und so erheben

sich an einzelnen Stellen über dem Riff niedrige Inselstücke, wie sie der Zufall zusammenführte. Hat sich eine solche Insel hinlänglich vergrößert, so siedeln sich auch organische Wesen auf ihrer Oberfläche an, Seegewächse fassen Wurzel auf ihr, das Wasser wirft die in ihm umherschwimmenden Pflanzensaamen, die lange keimfähig sind, und Baumstämme an die Küsten, deren viele, besonders die Kokuspalme, Brodbaum, Pisang, wieder zu keimen beginnen, und die nackten, blendendweißen Koralleninseln mit ihrem wohlthätigen Grün bekleiden. Mit ihnen kommen kleine Thiere, Eidechsen, Insekten hinübergeschwommen, Landvögel, vom Sturm verschlagen, und Seevögel nisten am Strande, und jede hohe Fluth bringt neuen Zuwachs. Spät, wenn die Schöpfung längst vollendet, kommt auch der Mensch, schlägt seine Hütte auf der fruchtbaren Erde auf, welche durch Verwesung der Baumblätter entstanden ist, und nennt sich nun Herr und Besitzer der neuen Welt.

In dieser Ausbildung der Koralleninseln zeigt sich ein merkwürdiger Zug der Gesetzmäßigkeit. Mitten in der Brandung, im sturmbewegten Wasser, der herrschenden Windrichtung entgegen beginnt und schreitet der Inselbau dieser Thiere am kräftigsten fort. Es ist eine allgemeine Thatsache, daß in der Tropenzone des großen Oceans, die unter dem Einflusse der Passatwinde liegt, die Ostseiten der Korallenriffe stets am höchsten liegen, und so einen scheinbar nur halb vollendeten Ring bilden. Wie eine Kunststraße ragt das die Inseln verbindende Riff zur Zeit der Ebbe aus

dem Meere hervor. Auf der Westseite dagegen bleibt der Korallenbau oft noch ganz unter dem Wasser verborgen. Ist aber der Bau weiter vorgeschritten, so trennt das neue Riff eine mehr oder minder geschlossne Lagune von der Wassermasse des Oceans. Diese Lagune nimmt an den Bewegungen des Meeres nicht Theil, sie ist still und spiegelglatt, während auswärts des Ringes die Brandung anschlägt, und um so mehr, als sie windwärts durch die neuemporgestiegene Reihe mit Wald bedeckter Inseln geschützt wird. An diesem friedlicheren Ufer der niedrigen Inseln setzen sich daher auch vorzugsweise die Menschen fest, und hier wuchern die zarteren Korallenthiere, welchen der Andrang der Wogen sich nicht zu entwickeln gestattet. Das Innere dieser Lagune eignet sich daher auch besonders, den Schiffen als sichre Ankerplätze, als Schutzhäfen bei Stürmen zu dienen. Im Zustande der vollkommensten Ausbildung geht aber den Koralleninseln auch diese charakteristische Lagunenbildung ab, indem das sturmgeschützte innere Becken durch das geschäftige Fortbauen der Korallenthiere allmählig erfüllt wird; und so sehen wir zuletzt eine einzige Insel als niedere ebne Fläche sich bilden, welche in ihrer Mitte eine schmale, mit Regenwasser erfüllte Senkung hat. Da solche Inseln aber kaum 2 — 3 Fuß über den hohen Wasserstand des Meeres vorragen, so sind ihre Bewohner leicht großer Gefahr ausgesetzt, wenn die Fluth ungewöhnlich hoch steigt. Darum ist ihre Bevölkerung gewöhnlich sehr schwach und armselig.

Die Gestalten der Korallenbauten sind oft eigenthümliche. Bald umgeben mauerähnliche, jäh abstürzende Riffe Küsten und Inseln, bald verräth nur die schäumende Brandung ihr Dasein unter den Wellen. Bald erheben sich die Inseln hoch in die Luft, wie Taiti und Maurua, bald steigen nur aus dem Innern kreisförmiger Dammriffe kleine Inseln und Klippen auf, wie auf Bolabola und der Gambierinsel. Oft ragen die Inseln nur zur Ebbezeit aus den Meeresfluthen empor, oder werden doch von den sturmbewegten Wogen überschwemmt, wie die Inseln des niedrigen Archipels, die Malediven, Laccadiven u. a. Bald kreisrund, bald hufeisenförmig, bald langgestreckt, verrathen sie schon in ihren Umrissen den Ursprung.

Die verschiedenen Stufen in der Entwicklung dieser Inseln machen es der Beobachtung möglich, den Vorgang bei ihrer Bildung zu erkennen. Das Fortwachsen der Korallengehäuse geht mit einer außerordentlichen Langsamkeit vor sich, und fast nie ist unter unsern Augen eine Koralleninsel aus einem Zustande der Ausbildung in den andern übergetreten. Jahrtausende sind dazu erforderlich. Hat doch die Natur zu ihren Bildungen Zeit genug zu verwenden! Seit 67 Jahren ist die Tiefe über den Korallenriffen von Taiti unverändert geblieben, und seit 200 Jahren haben die Riffe des rothen Meeres mindestens nicht zugenommen. Nur an den Felsen von Isle de France setzen die Korallen jährlich neue Ländermassen an, und Inseln erheben sich über den Spiegel des Meeres und wachsen

sichtlich. Auch in den Kanälen der Malediven sind die Bewohner fortwährend genöthigt, die Korallenstämme zu zerstören, damit die Schifffahrt nicht gehemmt werde.

Was ist aber die Ursache jener Regelmäßigkeit in dem Bau der Koralleninseln? Forster erblickte darin den Ausdruck eines Naturtriebes, durch welchen in einem von regelmäßigen Winden bewegten Meere die Korallenthierchen ihre Behausung vor den Wirkungen der Stürme zu sichern streben. Allein die Annahme, daß Millionen von Thierchen, die auf einer so niedrigen Stufe der Organisation stehen, nach einem gemeinsamen, tiefeingreifenden Plane bauen, ist um so unwahrscheinlicher, da dieselben Thierchen in der Nähe von Küsten Riffe bauen, wo sie diesen Grundsatz nicht befolgen. Der Umstand, daß der Ocean an den äußern Seiten dieser Inseln und Gruppen unergründliche Tiefe zeigt, aus welchen der Korallenbau fast senkrecht emporzusteigen scheint, hat auf eine naturgemäßere Ansicht von der Thätigkeit dieser Thierchen geführt. Zwar nahm man grade deshalb früher an, daß die Madreporen aus den größten Tiefen heraufbauen, und man betrachtete mit Bewunderung den erstaunenswerthen Bau dieser kleinen Lebenswelt. Allein aus neuern Beobachtungen geht hervor, daß besonders die lebhaft gefärbten Thiere zur Erlangung ihrer Farben des Lichts bedürfen, woraus folgt, daß sie ihren Bau in keinen großen Tiefen anfangen konnten, daß vielmehr an den Stellen, wo jetzt Koralleninseln sind, schon vor Anfang ihrer Bildung Untiefen im Ocean sein mußten. Diese

Untiefen und Erhöhungen müssen aber eine eigenthümliche Beschaffenheit haben, aus großer Tiefe steil bis zu einer Höhe emporsteigen, wo die Madreporen ihre Thätigkeit beginnen können. Berücksichtigt man nun, daß jene Zone des großen Oceans, wo Koralleninseln erscheinen, zwischen ihnen viele, theils thätige, theils erloschene Vulkane enthält, daß bei mehreren Koralleninseln unter ihrer Masse ruhendes Basaltgestein wahrgenommen wurde, und daß viele dieser Inseln oft von Erdbeben erschüttert werden, so liegt die Vermuthung nahe, daß jene Untiefen kaum etwas anders sein können, als alte Krater. Daraus läßt sich die kreisförmige Bildung der Riffe, Inseln und Inselgruppen der Korallen sehr einfach erklären, und sie liefern uns zugleich einen nicht unerheblichen Beitrag zur Kenntniß des Meeresgrundes. Auch der Umstand, daß die Korallenringe in gewissen auffallend scharf angedeuteten Linien hinter einander liegen, scheint ebenfalls für diese Ansicht zu sprechen; denn so pflegen auch die Reihen der auf einer und derselben großen Hauptspalte stehenden Vulkaninseln zu liegen. Gewöhnlich beziehen sich diese Linien entweder gradezu auf einen großen in der Nähe liegenden Vulkan, wie um Taiti, Hawai und Terra del Spirito santo, wo diese Ringe die kleinen Ausbruchskegel an den Abhängen darstellen; oder sie bilden auch wohl eine Reihe selbstständiger größerer Vulkane, wie in der Inselgruppe der Malediven, die aus einer Kette meist länglicher Korallenringe von höchstens 9—10 Meilen Durchmesser, Lagunen umschlie-

zend, bestehen. Diese Inselreihe hat eine Längenausdehnung von 180 Meilen und wird im Norden noch um 60 Meilen durch die ähnliche Kette der Laccadiven, wie im Süden 120 Meilen weit durch die Chagosinseln, welche wegen ihrer Hufeisenform den Seefahrern die vorzüglichsten Schutzhäfen darbieten, fortgesetzt. — So räthselhaft noch die Erscheinung dieser Korallenbauten sein mag, so wenig wir diese schöpferische Thätigkeit der Natur in ihrem jugendlichen Alter aus der Jetztzeit zu begreifen vermögen, so können wir doch ihr Dasein nicht leugnen. Weit ältere Gebilde unseres Europäischen Festlandes liefern uns selbst Beweise einer solchen Schöpfung. Der Korallenfels Englands, die auffallenden Kalksteinwälle des Oberrheins und selbst die dammartigen Wallgebirge des Jura scheinen dafür zu sprechen, daß auch in den Urmeeren Europas Thiere lebten, welche Riffe und Inseln bauten, die jetzt als Gebirge ein Schmuck der Ebenen geworden sind.

Auch andere Bewohner des Meeres bauen mit ihren Leichen gewaltige Lager, die bei gründlicheren Forschungen bedeutungsvoll für die Geologie werden können, da sie älterer und neuerer Zeit angehören. Es sind die Muschelbänke, welche von Austern, Kamm- und Herzmuscheln gebildet werden, die sich truppweise auf felsigem Grunde oder auf vorragenden Klippen im Meeresboden ansiedeln. Mit einer Schale an den Boden geheftet, thürmen sich diese Thiere reihenweise übereinander, stören einander wechselseitig in ihrer Ausbildung und bilden so dichtgedrängte Haufen, zwischen

denen eine Menge andrer, meist den Bewohnern feindlicher Meerthiere, Anneliden, Seeigel, Seesterne, zahlreiche Mollusken und Fische sich aufhalten und dort ihre Gehäuse niederlegen. Durch Entwicklung dieser feindlichen Parasiten und durch Anhäufung todter Schalen und Bruchstücke auf der Muschelbank stirbt diese aus, oft mit ihren Verderbern, und ihre Trümmer bilden auf dem Meeresgrunde den Boden für den Absatz neuer Schichten und den Grund für die Ansiedlung neuer Geschlechter. So findet eine beständige Wechselwirthschaft auf dem Boden des Meeres statt. Schichten wechseln mit einander, die durch die Verschiedenheit des Materials, aus dem sie gebaut wurden, und der organischen Einschlüsse, die sie enthalten, von eben so vielen Todeskämpfen der unterseeischen Lebenswelt erzählen.

So sehen wir unter unsern Augen das Reich des Lebens schaffen und aus Grabstätten ein Paradies bauen, sehen das Pflanzenreich den Boden mit fruchtbarer Decke überziehen, Sümpfe und Moräste mit Torflagern erfüllen, sehen das Thierreich zahllose Inseln auf vulkanischen Klippen, erloschenen Kratern erheben, welche eine üppige Vegetation zum behaglichen Wohnplatz des Menschen umwandelt. Aber keine Schöpfung der Gegenwart erregt durch die außerordentliche Kleinheit ihrer Baumeister und die ungeheure Größe und Massenhaftigkeit ihrer Werke mit mehr Recht Staunen und Bewunderung über die allmächtige und unbegreifliche Lebenskraft der Natur, als das

lange übersehne, mikroskopische Leben der Infusorien und Stäbchenpflanzen, welches Erd- und Steinschichten geschaffen und seine rastlose Thätigkeit von den ältesten Zeiten der Erde bis auf unsre Tage fortgesetzt hat. Die wahrhafte Unermeßlichkeit dieser zahlreichsten aller Geschöpfe, und der große Antheil, der ihnen an der jetzigen Beschaffenheit und Gestaltung der Erdrinde zukommt, ist erst in neuester Zeit durch die Entdeckungen Ehrenbergs offenbar geworden. Von der Kleinheit vieler dieser Pflanzen und Thiere kann man sich kaum eine Vorstellung machen, wenn man weiß, daß die Punktmonade nur $^1/_{2000}$ Linie groß ist. Thut man ein Stückchen Fleisch oder Pilz in Wasser, so vermehrt sich diese Monade, wenn auch nur ein Individuum darin war, in wenigen Stunden zu einer so unzähligen Nachkommenschaft, daß in einem einzigen Tropfen über 1000 Millionen enthalten sind. Zwar giebt es auch größere Infusorien, solche, die ein schärferes Auge selbst ohne Vergrößerung wahrnimmt; aber warum soll es nicht auch in dieser mikroskopischen Welt Größenunterschiede geben? Hat doch die Natur auch die Maus und den Elephanten, den Häring und den Wallfisch, den Grashalm und die Palme nebeneinander geschaffen? Viele dieser Wesen besitzen eine so bedeutende Lebenskraft, daß sie sich mehrere Jahre im Zustande der Erstarrung und des Scheintodes befinden können, ohne darum wirklich todt zu sein; denn wenn man ihnen die Feuchtigkeit so weit entzieht, daß sie vollkommen trocken erscheinen und nicht

die mindeste Bewegung mehr äußern, so kann man sie nach Jahren durch einen Tropfen Wasser wieder zum Leben erwecken, und ihnen ihre ganze frühere Fülle und Regsamkeit zurück geben. Manche ertragen auch eine beträchtliche Hitze und leben in heißen Quellen von 40° R., können sogar eine Zeitlang die Siedhitze des Wassers aushalten. Andre dagegen ertragen eine Kälte bis zu 20° und frieren ein, ohne zu sterben. Darum vermögen sie auch in Tiefen der Erde zu existiren, wo man kaum die Möglichkeit organischen Lebens erwarten sollte. Vulkanische Aschen und Bimssteine, Porphyre und Porzellanerden sind oft in ihrer ganzen Masse aus unsichtbar kleinen Organismen gebildet. In den frischen vulkanischen Schlammauswürfen bei Quito, die aus unbekannter, wie es schien, sehr beträchtlicher Tiefe kamen, fand Humboldt vollkommen deutlich erkennbare organische Gebilde, welche zugleich Bestandtheile berghoher vulkanisch hervorgetriebener Massen waren, und an diese Thatsachen haben sich neuerdings mannigfache Ereignisse angereiht, aus denen hervorgeht, daß auch da Lebensspuren sich zeigen, wo man sie am wenigsten zu finden meint. Noch vor wenigen Jahren hielten selbst Naturforscher alle diese unendlich kleinen Wesen für Thiere und faßen sie unter dem Namen Infusorien zusammen. Erst dem verschärften Forscherauge ist es gelungen, auch hier an den äußersten Grenzen Thier- und Pflanzenleben zu scheiden und die Abwesenheit der thierischen Organe selbst in der einfachen Zelle zum entscheiden-

den Merkmal zu machen. Es giebt jetzt keine Infusorien mit Kieselpanzern mehr; diese sind zu Pflanzen geworden, die man Stäbchenpflanzen nennt, und denen die Aufnahme von Kieselerde in um so höherem Grade eigenthümlich zu sein scheint, je tiefer sie stehen. In den seltsamsten Gestalten, stäbchen- und tafelförmig, vielkantig und gekrümmt, bedecken diese kleinen Pflanzen Seen und Moräste, oft einen prächtig gefärbten Schaum bildend, den man das Blühen der Seen nennt. Ihr durchsichtiges Innere zeigt zahllose Pünktchen buntgefärbter Kügelchen, die sich von Zeit zu Zeit lostrennen, um neuen Pflanzen ihr Dasein zu geben. Gerade sie besitzen die ungeheuerste Vermehrungskraft, da ein einzelnes Individuum in 24 Stunden eine Nachkommenschaft von 16 Millionen erzeugen kann. Ihre Kieselschalen bilden häufig den Bodensatz gewisser Mineralwasser, den Eisenocker, den Kieselguhr und ähnliche Mineralien. Ihre Anhäufungen, besonders in den erst in jüngerer Zeit aus Teichen, Flüssen und Landseen abgesetzten Gesteinschichten, bilden oft Lager und Berge von ungeheurer Mächtigkeit. Die knolligen Feuersteine, welche oft in der Kreide eingeschlossen sind, erscheinen aus den Kieselgerüsten dieser Pflanzen zusammengesetzt. Die Tripelerde, das Bergmehl von Bagnola in Toskana, die Opale und Polirschiefer von Bilin in Böhmen, vom Habichtswald bei Kassel, von Nordamerika, die oft meilenweit 14 bis 15 Fuß mächtige Lager bilden, sind nichts weiter als die Ueberreste dieser abgestorbnen Pflanzenwelt.

Hierher gehören auch das Bergmehl in Lappland und der eßbare Thon im Gebiete des Amazonenstroms, welche eine sättigende und nährende Eigenschaft besitzen und daher in Zeiten des Mißwachses unter dem Brod verbacken werden. Diese organischen Erdlager treten bald als ganz lockere, mehlige, bald als papierähnliche oder kohlenartige Massen auf; andre sind schiefrige oder dichte, mürbe oder feste, hornsteinartige Gebilde. Auf den verschiedensten Punkten der Erde hat sich diese Entdeckung Ehrenbergs bestätigt, überall, in Hannover, Dessau, Hessen, am Rhein, in Frankreich, Skandinavien, in Süd- und Nordamerika, auf den Philippinen, auf Isle de France und Isle de Bourbon hat man Lager dieser Pflanzenreste gefunden. Das bedeutendste aber ist ohnstreitig das der norddeutschen Ebene. In der Lüneburger Haide hat man es stellenweise in 30 Fuß Tiefe noch nicht erschöpft. Die obern Schichten bestehen rein aus Kieselpanzern und bilden Schichten feinen weißen Sandes. Die untern sind mit einer erstaunlichen Menge von Fichtenblüthenstaub gemengt, die ihnen eine gelbe Farbe leiht. Diese Kieselbänke bestehen oft so völlig aus Kieseltheilchen, daß ein Kubikzoll viele, bisweilen gegen 1000 Millionen umfaßt; und ein jedes dieser Kieseltheilchen zeigt sich dem bewaffneten Auge als das ganze oder zerbrochne ehemalige zierliche Zellengerüst einer Pflanze. Aber nicht nur Lager von todten, auch von lebenden Stäbchenpflanzen sind gefunden worden. Ein sogenanntes Torf- und Thonlager, das sich in weiter Erstreckung

längs der Spree und unter einem Theile von Berlin selbst hinzieht, und bald nur wenige Fuß, bald gegen 100 Fuß mächtig ist, besteht, soweit seine Erdmasse torfig ist, aus einem Gemisch von Pflanzenresten und Kieselschalen, da wo sie sich als Thon darstellt, fast ganz aus Stäbchenpflanzen, die überhaupt für sich allein weißen oder gelblichen Thon, mit den kalkigen Polythalamien gemischt Mergel bilden und als mächtige Lager mit reineren Kalksteinen abwechseln. Die Pflanzen dieses Lagers leben zum Theil in der Spree und andern Berliner Wassern, sind zum größten Theil aber solche, die jetzt bei Berlin an der Oberfläche nicht gefunden worden sind. Dabei ist merkwürdig, daß die ihnen entsprechenden Formen nicht am Ausfluß der Elbe in die Nordsee, sondern an der Mündung der Oder in die Ostsee wiedergefunden werden, also nicht in dem Flußgebiete, welchem die Spree jetzt angehört, sondern in einem, welchem sie früher angehört zu haben scheint. Das Merkwürdigste aber ist, daß die Berliner Lager organischer Ueberreste der Vorzeit, die doch 10′—15′ unter Lehm und Sand liegen, sichtlich noch viele lebende Formen enthalten, deren Lebensthätigkeit jedoch bei der Absperrung von Luft und Licht bedeutend abgestumpft ist. Wir sehen hier also eine erdige Substanz, ein Gebilde von Organismen, die noch nicht ganz todt, aber dem Tode und der völligen Versteinerung nahe sind, und welche bei ihrer Bauarbeit zu belauschen der Beobachtung gelungen ist. So vermag die Natur selbst durch ihre kleinsten

und schwächsten Geschöpfe Länder und Berge zu schaffen, und der Mensch, der stolze König der Schöpfung, verzagt an der Lösung seiner Lebensaufgabe, welche nicht Länder schaffen, sondern gestalten soll zu einem Wohnsitze des Geistes und der Freiheit! —

Wie in den Landgewässern die kleine Pflanzenwelt den Bau der Erde fortsetzt, so schafft die Thierwelt im Meere neue Schichten und Lager. Hier sind es die Polythalamien oder Mooskorallen und Rhizopoden oder Faserkäfer, welche in gallertartige Stöcke oder vielkammerige Bäumchen von kohlensaurem Kalk vereinigt mit ihren Leichen den Boden erhöhen. Wie die Pflanzen Kieselbänke schufen, so bauen die Thiere Kalkfelsen. Zwar hat man diese noch nicht, wie jene, bei ihren viel mächtigeren Steinbauten beobachten können; aber aus Allem geht hervor, daß auch sie noch heutzutage im Meere thätig sind, wie sie es in den früheren historischen Zeiten und in den Dämmerungsepochen der gegenwärtigen Schöpfung waren, daß also nicht nur Kieselerde, sondern auch Kalk unter unsern Augen erzeugt werde. Die großartigsten Zeugen ihrer vorweltlichen Schöpfungskraft sind die gewaltigen Kreidegebirge, welche in neuerer Zeit als Grabstätten einer ungeheuren Menge dieser mikroskopischen Thierchen nachgewiesen sind, und denen die jüngeren Gebilde des Pariser Grobkalks als würdige Genossen zur Seite gestellt werden müssen, da auch sie aus zahllosen rundlichen Schalen ähnlicher Thierchen zusammengesetzt sind, die man Miliolithen genannt hat. Doch nicht bloß

große Gebirge wurden von dieser kleinen Thierwelt aufgethürmt, auch in Ebnen trieben sie ihr schaffendes Spiel. Lange glaubte man, der lose Sand sei nur aus Abfällen der anstehenden Gebirge entstanden, wie er sich im deutschen Norden und im Becken der Ostsee bis zur Newa wirklich unter dem Mikroskop als Trümmer granitischer Gesteine zeigt. Aber der Boden der lybischen Wüste ist fast durchaus ein organisches Gebilde, und der dortige Kalksand besteht in seinen kleinsten Körnern häufig aus lauter Gehäusen von Kalkthieren. Erst oberhalb Assuan in Nubien wird der Wüstensand granitisch. Die stolzen Pyramiden Aegyptens, jene gerühmten Denkmäler menschlicher Größe, sind nichts als Leichenhaufen eines vorweltlichen Thierlebens, sind gebaut aus den linsenförmigen Gehäusen dieser kleinen Geschöpfe, welche die Zeit zu festen Gesteinen zusammengefügt hatte. Auch der Sand vieler Dünen und Küstenbildungen besteht aus jetzt lebenden Mooskorallen, deren jede ein Sandkorn vorstellt. Besonders im Becken des mittelländischen Meeres sind diese Thiere fortwährend thätig und fügen leise und unmerklich der immer wachsenden Erdrinde eine Schuppe nach der andern zu. Dazu kommen hier noch außerordentlich kleine Schnecken, die den Infusorien ähnlich sind und auch nicht viel an Größe nachgeben, da ihrer auch 100 auf einen Gran gehen. So sehen wir, überall in den Teichen und Seen, in den Hafen, Meeresbuchten uud rings um die Küsten treibt die Natur das Geschäft der organischen Steinbildung im Kleinen

fort. Durch diese mächtigen Lager wird uns erst vollends klar, was längst so viele andre Spuren verkündigten, daß noch in der letzten Schöpfungsperiode die Masse und Ausdehnung der süßen Gewässer Europa's weit bedeutender war, als jetzt. Wir glaubten bisher nur in den Fluthen die schichtenbildende Kraft finden zu dürfen, welche den Meeresboden erhöhete, aber wir übersahen das unsichtbare im Wasser Gestein bildende Leben. Unwiderlegbare Thatsachen stellen uns fest, daß vor Jahrtausenden, als die jüngsten Sand-, Kalk- und Thonbildungen vor sich gingen, das Meer weit tiefer als jetzt in die Länder Europa's einschnitt, und sich in Buchten und Binnenseen zertheilte. Diese Einschnitte wurden im Laufe der großen Periode ohne Zweifel von den Baumeistern des Kalks vermauert, während die der Kieselerde die Landgewässer schmälerten. Aber dieses langsame Wachsthum des festen Erdbodens ist heute so wenig zum Stillstand gekommen, als das übrige Naturleben. Jetzt erst, da wir tiefer eingedrungen sind in die Werkstätte der Natur, gewahren wir in Allem, selbst in der starren Kruste der Erde Bewegung und Leben, Rhythmus und Wachsthum. Jetzt erst, wo der Geist sich der Natur bemächtigt hat, hört auch das Starre auf, ein fertiges Sein zu bleiben, und wird fortgerissen in den Strom des Werdens und des Lebens. Noch haben die schaffenden Gewalten ihre rastlose Thätigkeit nicht eingestellt. Noch immer stößt und drängt Pluto, der Feuergott, von unten, noch immer ist Neptun von oben beschäftigt, zu

ebnen und zu schwemmen, abzureißen und aufzubauen, und jetzt zeigt sich vollends, daß er in seiner ungeheuren Werkstätte Dinge treibt, die man ihm gar nicht zugetraut, daß er nicht bloß als Handlanger der Natur, sondern selbst als Vater eines überschwenglichen Lebens ohne Unterlaß Erden und Steine geschaffen hat und noch schafft. Wirken aber diese gesteinbildenden Kräfte im Verein darauf hin, das Festland abzurunden und die noch bestehenden Seeeinschnitte, Ostsee, schwarzes und mittelländisches Meer, immer mehr zu verkleinern, so rückt Europa, wenn auch langsam, doch unvermeidlich dem Schicksal seines plumpen Nachbars, des starren, einförmigen Kontinents von Afrika entgegen. Es wird aufhören, die Unruhe in der Uhr der Geschichte zu sein, wenn nicht der Menschengeist im Kampf mit der Natur das unvergängliche Siegel seiner Herrschaft den todten Formen aufdrückt, wenn nicht das Völkerleben dem Erstarren der Materie entgegentritt. Durch vereinte Kraft wird Großes geschaffen. Millionen verborgner Wesen richten Berge auf, setzen Dämme den Wogen entgegen, Millionen von Tropfen höhlen Felsen aus und zersprengen die Fesseln des Oceans. So frißt im Dunkeln der wachsende Geist der Unzufriedenheit an dem stolzen Bau, welcher Völker in Kerker schließt, und der starke, bewußte Wille eines einigen Volkes vollendet das Werk der Freiheit in gewaltiger Eile.



